BEA-TT

Bureau d'enquêtes sur les Accidents de transport terrestre

Rapport d'enquête technique sur la collision entre un train de voyageurs et une remorque agricole survenue le 03 juillet 2009 à Boisseuil (87)

janvier 2011

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat
Développement durable
Prévention des risques
Infrastructures, transports et mer

Présent pour l'avenir

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

Conseil Général de l'environnement et du développement durable

Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre

Affaire n° BEATT-2009-006

Rapport d'enquête technique sur la collision entre un train de voyageurs et une remorque agricole survenue le 03 juillet 2009 à Boisseuil (87)

Bordereau documentaire

Organisme commanditaire : Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (MEDDTL)

Organisme auteur : Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT)

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur la collision entre un train de voyageurs et une remorque agricole survenue le 03 juillet 2009 à Boisseuil (87)

N°ISRN : EQ-BEAT--11-2--FR

Proposition de mots-clés : transport ferroviaire, matériel agricole, frein, cale, alerte radio, coupure d'urgence

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre du titre III de la loi n°2002-3 du 3 janvier 2002, et du décret n°2004-85 du 26 janvier 2004, relatifs notamment aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre.

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents, en déterminant les circonstances et les causes de l'évènement analysé, et en établissant les recommandations de sécurité utiles. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

SOMMAIRE

GLOSSAIRE....9

RÉSUMÉ....11

1 - CONSTATS IMMÉDIATS ET ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE....13
1.1 - Circonstances de l'accident....13
1.2 - Bilan humain et matériel....13
1.3 - Engagement de l'enquête....15

2 - CONTEXTE DE L'ACCIDENT....17
2.1 - Caractéristiques techniques de la ligne....17
2.2 - La composition du train de voyageurs 3661....18
2.3 - La composition du train de fret 74520....18
2.4 - La remorque agricole tombée sur les voies....18

3 - COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS EFFECTUÉES....21
3.1 - Témoignages des acteurs de l'accident 21
3.1.1 -Déclarations du conducteur du tracteur....21
3.1.2 -Déclarations de l'agriculteur....22
3.1.3 -Déclarations du conducteur du train de voyageurs 3661....22
3.1.4 -Déclarations du régulateur SNCF....22
3.1.5 -Déclarations du coordonnateur régional du COGC de Limoges et de son aide....23
3.2 - Dénivelé du terrain et cheminement de la remorque....23
3.3 - Le tracteur John Deere 6610, la remorque Gilibert et les cales utilisées....25
3.3.1 -Le tracteur John Deere 6610....25
3.3.2 -La remorque Gilibert type REA 316 (TR3131) utilisée par le conducteur du tracteur....26
3.3.3 -Le frein de stationnement de la remorque 27
3.3.4 -Caractéristiques des cales AL KO UK 36 St....30
3.4 - Les qualifications du conducteur du tracteur....31
3.4.1 -Le cadre de travail du conducteur....31
3.4.2 -La formation du conducteur du tracteur....31
3.5 - Le train de voyageurs 3661....32
3.5.1 -La locomotive 26066....32
3.5.2 -La voiture n°17 B7t 200....32
3.5.3 -Les enregistrements de la bande graphique....32
3.6 - La couverture radio sol-train et les enregistrements....33
3.6.1 -La couverture radio sol-train....33
3.6.2 -Les enregistrements audio de la radio sol-train....35

3.7 - Utilisation de la coupure d'urgence électrique de la tension caténaire.....36
3.7.1 -L'utilisation de la coupure d'urgence comme moyen d'arrêt des trains prévue dans les textes règlementaires.....36
3.7.2 -Le constat établi après l'accident.....36

4 - DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT ET DES SECOURS.....39
4.1 - Déroulé des évènements.....39
4.1.1 -Le parcours de la remorque.....39
4.1.2 -La chute de la remorque et l'alerte.....39
4.1.3 -L'alerte des conducteurs de trains par le régulateur.....40
4.1.4 -L'accident.....40
4.2 - Secours aux blessés.....40
4.3 - Chronologie synthétique des évènements.....40

5 - ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS ASSOCIÉS, ORIENTATIONS PRÉVENTIVES.43
5.1 - Arbre des causes.....43
5.2 - Le frein de stationnement de la remorque agricole.....44
5.3 - L'utilisation des cales.....44
5.4 - L'utilisation de la radio sol-train pour alerter les trains.....44
5.5 - L'utilisation de la coupure d'urgence de la tension caténaire par les COGC.....45

6 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....47

ANNEXES.....49
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête.....51
Annexe 2 : Photos du système de frein de parking des remorques Gilibert.....52
Annexe 3 : Système de frein de parking des remorques Gilibert.....53
Annexe 4 : Cales AL KO UK 36 St.....55
Annexe 5 : Schéma de la voiture n°17 B7t du train 3661.....56
Annexe 6 : Compte rendu des essais radio par IGTL (SNCF) avec voiture de mesure Cristel.57
Annexe 7 : Extrait du graphique réel de circulation des trains.....61
Annexe 8 :Extrait de la fiche 12 du référentiel IN 3790.....62
Annexe 9 : Extraits du référentiel IN 1511 (S2B).....63

Glossaire

- **AXEMA :** Union des Industriels de l'Agro-Equipement
- **BP URG :** Bouton poussoir d'urgence dans une cabine de conduite de locomotive agissant directement sur le circuit à air de freinage
- **CACES :** Certificat d'aptitude à la conduite en sécurité
- **COGC :** Centre Opérationnel de Gestion de la Circulation de la SNCF
- **COG :** Centre Opérationnel de la Gendarmerie
- **CRC :** Coordinateur régional circulation, responsable d'un COGC comprenant une ou plusieurs tables de régulation. On lui adjoint parfois un aide appelé « aide CRC ».
- **CU :** Charge utile
- **dBm :** Décibels milliwatts, unité égale au dixième du bel servant à mesurer la puissance acoustique par rapport à une référence exprimée en milliwatts
- **IGTL :** Direction infrastructure télécommunication de la SNCF, chargée entre autres, d'essais radio sol-train sur les lignes ferroviaires
- **MPT :** Manipulateur de traction
- **PK :** Point kilométrique
- **PTAC :** Poids total à charge
- **PT :** Poids total
- **PV :** Poids à vide
- **Régulateur :** Agent chargé de la régulation des trains sur des lignes déterminées et de certaines opérations de sécurité dans le COGC
- **RFF :** Réseau Ferré de France, gestionnaire du réseau ferré national
- **RSS :** Régulateur sous-station – agent chargé, à partir d'un central sous-station, d'exploiter des installations de traction électrique d'une zone donnée
- **SAR :** Signal d'alerte radio
- **SNCF :** Société Nationale des Chemins de fer Français, gestionnaire déléguée des infrastructures et entreprise ferroviaire française

Dans le texte, les mots repérés par * sont inclus dans le glossaire.

Résumé

Le 03 juillet 2009, à Boisseuil (87) au lieu dit « Pereix », peu avant 20h30, un conducteur de tracteur est en train de charger des ballots de foin sur une remorque lorsque celle-ci écrase des cales installées au préalable sous les roues et dévale la pente de la prairie sur laquelle il travaille, pour finir par tomber sur les voies ferrées en contrebas.

Le train de voyageurs 3661 circulant sur cette ligne ferroviaire percute la remorque tombée sur la voie 1 et déraille.

Le bilan de cet accident est de 13 blessés dont 1 grave.

La cause directe de l'accident est l'obstacle sur les voies ferrées créé par la chute de la remorque agricole.

Deux facteurs ont joué un rôle déterminant dans la dérive de la remorque :

- l'inefficacité du frein de stationnement n'assurant pas l'immobilisation de la remorque ;
- l'usage de cales inadaptées.

Quatre facteurs ont contribué à l'échec des tentatives effectuées pour arrêter le train avant l'accident :

- l'absence d'alerte immédiate de la gendarmerie par le conducteur du tracteur ;
- l'absence de perception de l'appel radio par le conducteur du train 3661 ;
- le manque de rigueur dans l'échange d'informations de sécurité par radio, qui a laissé croire au régulateur que tous les trains étaient alertés ;
- la non utilisation de la coupure d'urgence électrique comme moyen d'arrêt du train par le régulateur.

Ceci amène le BEA-TT à émettre trois recommandations concernant :

- d'une part, le renforcement des préconisations sur l'entretien des dispositifs de freinage des remorques agricoles ;
- d'autre part, le renforcement des moyens d'alerte radio par les centres de gestion ferroviaire, et l'introduction de la coupure d'urgence dans les procédures des opérateurs de ces centres.

1 - Constats immédiats et engagement de l'enquête

1.1 - Circonstances de l'accident

Le 03 juillet 2009, sur la commune de Boisseuil (87) au lieu-dit « Pereix », une remorque agricole chargée de 11 ballots de foin dévale une prairie située au-dessus des voies de chemin de fer allant de Limoges à Brive-la-Gaillarde.

Figure 1 : Lieu de l'accident

Vers 20h30, malgré les tentatives du conducteur du tracteur pour arrêter la remorque, celle-ci tombe sur les voies ferrées et obstrue les deux voies de circulation.

Vers 20h42, aux environs du PK* 414,880, le train SNCF* 3661 percute la remorque et les ballots de foin tombés auparavant. Il déraille, entraînant dans son élan la remorque dont un essieu et les roues restantes vont perforer et cisailler la locomotive et la voiture Corail n°17, première voiture à voyageurs du train.

Dans l'autre sens, le train fret 74520 est arrêté avant l'obstacle par le régulateur*.

1.2 - Bilan humain et matériel

Cet accident a fait 1 blessé grave et 12 blessés légers dans la voiture de tête.

Les dégâts matériel sont importants :

- La locomotive 26066 du train 3661, qui a déraillé lors du choc avec la remorque, est inutilisable sans une réparation importante en atelier : les bogies, les

tampons, le circuit de frein, le côté gauche arraché et le compartiment moteur endommagé ;

- Les quatre premières voitures corail ont reçu de multiples coups, dont la première qui a été éventrée.

Locomotive 26066

Voiture 17, première du train Corail

Essieu avant de la remorque Gilibert REA 316 accidentée, avec perforation de la voiture Corail 17

Figure 2 : Les dégâts sur le matériel roulant

- La voie 1 est à remplacer complètement sur 300 mètres : traverses, rails et ballast. Les caténaires sont à reprendre sur 150 mètres : fils porteurs et de contact sur les deux voies et deux supports à remplacer.

1.3 - Engagement de l'enquête

Au vu des circonstances de cet accident, le directeur du BEA-TT a décidé d'engager une enquête technique réalisée dans le cadre du titre III de la loi du 03 janvier 2002 et du décret n°2004-85 du 26 janvier 2004, relatifs notamment aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre.

Les enquêteurs se sont rendus sur les lieux et ont examiné les engins endommagés ; ils ont rencontré le Procureur de la République auprès du tribunal de grande instance de Limoges, le juge d'instruction et les enquêteurs de la Brigade Départementale de Renseignements et d'Investigations Judiciaires de Limoges ainsi que les responsables locaux et régionaux de la SNCF.

Ils ont obtenu communication du dossier de procédure judiciaire auprès du juge d'instruction et de l'expertise judiciaire réalisée dans ce cadre.

Ils ont également eu accès aux documents de la SNCF concernant cet accident, et à la documentation technique des sociétés FG Industries (Gilibert) et AL KO.

2 - Contexte de l'accident

2.1 - Caractéristiques techniques de la ligne

La ligne de Limoges-Bénédictins à Brive-la-Gaillarde est exploitée par la SNCF, elle fait partie des grands axes ferroviaires nationaux.

Elle est parcourue par des trains Corail, des TER, des trains de fret et des trains de service.

Elle est exploitée en double voie. Son système d'exploitation est le Block Automatique Lumineux destiné à cantonner les trains (espacement).

Elle est équipée de la radio sol-train. La traction électrique est assurée en 1 500 volts courant continu.

La vitesse des trains de voyageurs V200 est de 110 km/h entre Limoges-Bénédictins et Pierre-Buffière.

Le Centre Opérationnel de Gestion de la Circulation SNCF de Limoges dirige et oriente la circulation des trains en tant que gestionnaire de l'infrastructure.

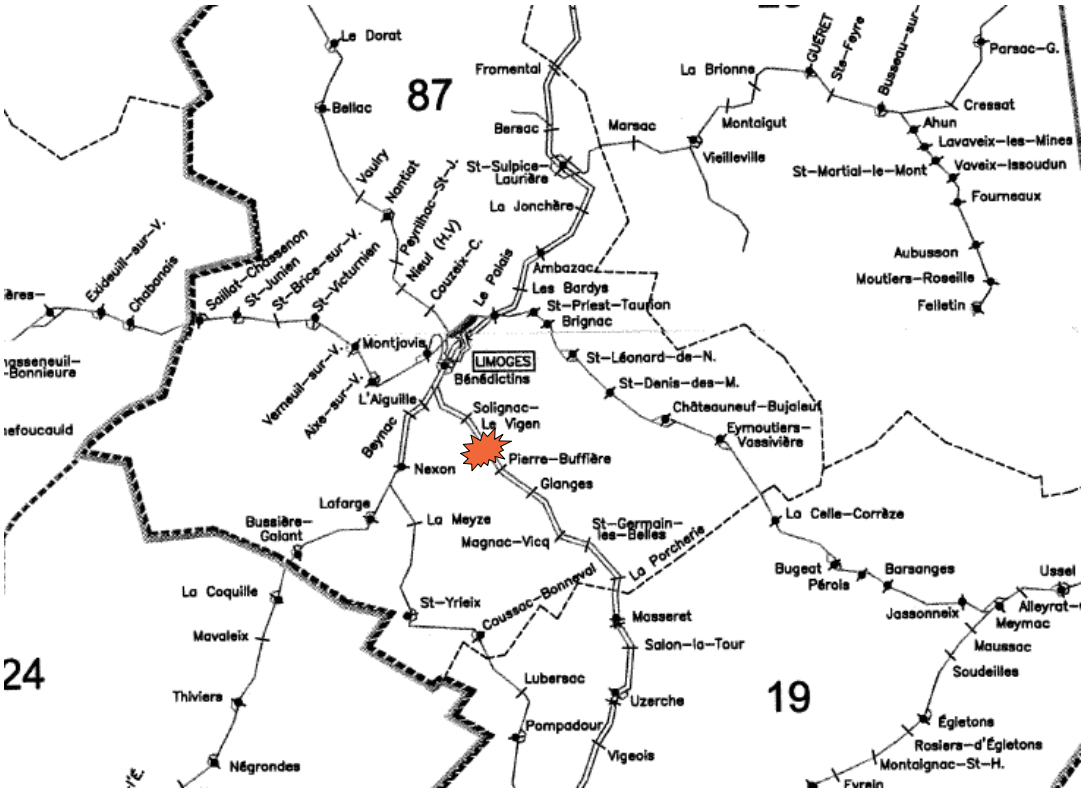


Figure 3 : Schéma ferroviaire et lieu de la collision

2.2 - La composition du train de voyageurs 3661

Le train Corail TEOZ 3661 V200 était composé de la locomotive 26066 et de 14 voitures à voyageurs. Il circulait de Paris à Cahors et transportait environ 300 passagers pour 778 places offertes.

2.3 - La composition du train de fret 74520

Le train de fret 74520 circulait de Brive-la-Gaillarde à Vierzon.

Il était composé d'une locomotive électrique 27126 et de deux locomotives diesel 66110 et 63670 en véhicule, et de 26 wagons fret de matières dangereuses vides (carburant). Il avait un tonnage de 784 tonnes et une longueur de 450 mètres.

2.4 - La remorque agricole tombée sur les voies

La remorque agricole impliquée dans l'accident était une remorque de type « Gilibert » REA 316 – appelée TR3131. Ce type de remorque est fabriqué à Faramans (38 - Isère) par la société FG Industries (Gilibert). Elle est destinée à transporter des ballots de paille ou de foin, notamment en période d'été.

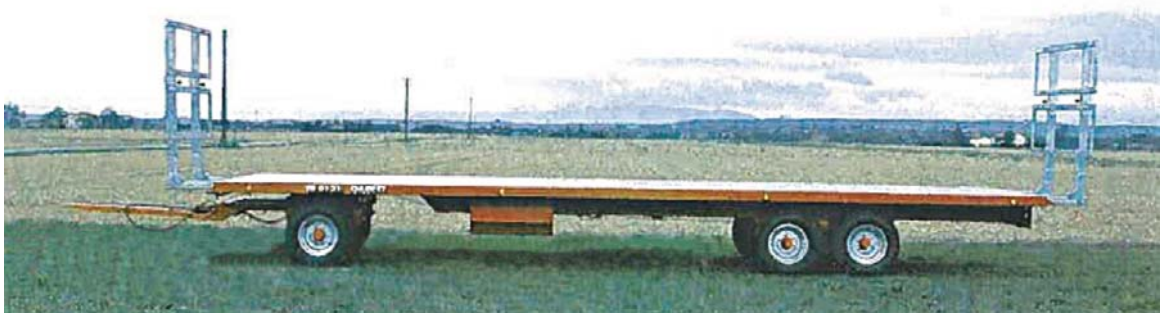


Figure 4 : Remorque Gilibert REA 316 – tr 3131

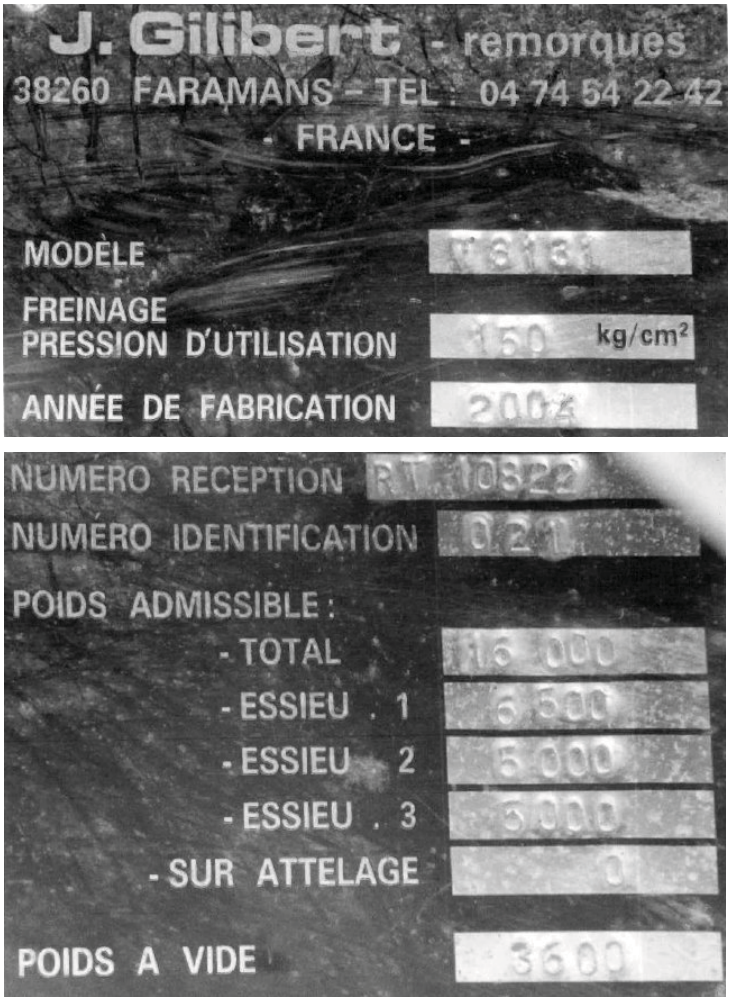


Figure 5 : Plaque d'identification de la remorque accidentée

La remorque TR 3131 peut avoir, suivant la version, jusqu'à 16 tonnes de poids total en charge (PTAC). Cette remorque comprend, pour ce qui concerne l'immobilisation de l'engin en phase de travail, un frein de stationnement situé sous le plateau.

3 - Compte rendu des investigations effectuées

3.1 - Témoignages des acteurs de l'accident

Les résumés présentés ci-dessous sont établis par les enquêteurs techniques sur la base des déclarations (orales ou écrites) dont ils ont eu connaissance. Ils ne retiennent que les éléments qui paraissent utiles pour éclairer la compréhension et l'analyse des événements, et pour formuler des recommandations. Il peut exister des divergences entre les témoignages recueillis, ou entre ceux-ci et des constats ou analyses présentés par ailleurs.

3.1.1 - Déclarations du conducteur du tracteur

Le conducteur du tracteur et de la remorque, seul sur les lieux au moment de l'accident, a mis en place la remorque pour la charger.

Avant de dételer, il a calé celle-ci à l'aide de deux cales qui se trouvaient dans le coffre situé sous le plateau. Il les a positionnées sous le dernier essieu de façon à ce que la remorque ne puisse pas partir vers l'avant.

Il a mis le frein à main de la remorque, débranché l'hydraulique des freins et la prise électrique. Il ne sait pas si le frein de stationnement fonctionnait au niveau des roues, mais la commande du frein répondait bien. Puis il est monté sur le tracteur, a dételé et commencé à charger les bottes de foins. Il en a chargé 6 d'un côté et 5 de l'autre.

Au cours de son travail, alors qu'il était en train de rapprocher deux balles de foin, il a vu la remorque qui commençait à avancer.

Après avoir essayé d'arrêter la remorque, il l'a suivie dans son parcours et est descendu jusqu'au lieu de la chute de la remorque, celle-ci étant déjà sur les voies ferrées.

Ne pouvant rien faire à cet endroit, il a appelé le centre opérationnel de gendarmerie (COG) et est arrivé sur un répondeur, sans pouvoir joindre quelqu'un. Il a donc ensuite appelé l'agriculteur en lui expliquant ce qui se passait et en lui demandant d'appeler les gendarmes.

Puis, il a rappelé les gendarmes. Après une attente, un gendarme du COG a répondu et le conducteur lui a expliqué ce qui se passait et lui a dit qu'il fallait arrêter tous les trains.

Une fois remonté sur le chemin, il a été rappelé par l'agriculteur.

Il ne peut estimer de manière précise le temps passé entre le moment où la remorque s'est retrouvée sur la voie et le moment où elle a été percutée par le train (peut-être entre 5 et 10 minutes, mais sans certitude).

3.1.2 - Déclarations de l'agriculteur

A propos de la remorque et de son entretien, l'agriculteur a indiqué qu'il n'y avait pas eu d'intervention sur la remorque, car il n'avait pas eu de souci avec depuis 5 ans. De plus, cette remorque ne travaillait pas souvent, il s'en servait uniquement pour rentrer le foin et la paille.

Il n'a pas vérifié le matériel avant son utilisation.

3.1.3 - Déclarations du conducteur du train de voyageurs 3661

Après la desserte normale de Limoges, le conducteur circule à environ 100 km/h et les 2 fenêtres de la locomotive sont ouvertes pour aérer la cabine de conduite. Après le passage à Solignac, dans une courbe à droite, il aperçoit un obstacle sur la voie à environ 150 mètres devant lui. Il actionne le bouton poussoir d'urgence BP URG*, le signal d'alerte radio SAR, sa main gauche maintenant le manipulateur traction MPT*. Le train percute la remorque et les ballots de foin, puis il déraille. Il n'a pas perçu d'appel radio sol-train du COGC*.

Il précise qu'il n'avait pas eu à se servir de la radio jusqu'à ce moment-là et qu'il n'y a pas eu d'essai radio avant le départ de Paris, eu égard au fait que les essais radio sont pratiqués dans les dépôts Traction.

Il indique, par ailleurs, qu'il existe des zones de décrochement de la radio sol-train entre Limoges et Solignac, notamment sous les tunnels ou zones géographiques spécifiques. Ainsi, il existe un tunnel qui se trouve environ 3 minutes avant le choc. Et là, il est possible que la radio ne passe pas.

3.1.4 - Déclarations du régulateur SNCF

Le régulateur du COGC de Limoges a indiqué qu'à 20h40, le téléphone a sonné. Le coordonnateur régional circulation (CRC*) a répondu au COG* de la gendarmerie et le régulateur a compris que des bottes de foin et une remorque étaient tombées sur les voies ferrées.

Sans attendre la fin de la discussion, il a actionné la radio sol-train et appelé le conducteur du train 3661 qui circulait de Limoges vers le point où se trouvait l'obstacle. Il a attendu 4 à 5 secondes, a appelé de nouveau, sans réponse.

Il s'est alors rendu compte que le train 74520 arrivait vers l'obstacle dans l'autre sens de circulation depuis Brive et a appelé d'abord le 3661 puis le 74520 en actionnant les boutons des deux cantons de Solignac et Magnac. Seul le 74520 a répondu à l'appel. Le régulateur a entendu un bruit dans la radio et, pensant qu'il s'agissait du train 3661 qui tentait de le joindre, il lui a ordonné de s'arrêter à Solignac. La personne a répondu « d'accord bien compris » et, dans son esprit, il s'agissait du train 3661. Puis il a ordonné au train 74520 de s'arrêter.

Pensant que les deux trains étaient arrêtés, il a contacté le RSS* qui lui faisait état d'une coupure de courant suite à une disjonction à la station de Bréjou *[apparue par la suite comme une conséquence de la collision].* Au même instant, le conducteur du train 3661 l'informait du déraillement sur une remorque et des bottes de foin.

3.1.5 - Déclarations du coordonnateur régional du COGC de Limoges et de son aide

Appelé par la gendarmerie, le coordonnateur régional circulation (CRC) a répondu au téléphone ; lors de cet appel, il a compris qu'il s'agissait d'un déraillement. Le CRC a ouvert l'application RezoScop (description physique et localisation des équipements fixes du réseau ferré national) pour déterminer le lieu de la chute de la remorque et il a ensuite crié au régulateur d'arrêter les trains, ce que ce dernier était déjà en train de tenter.

Le régulateur a appelé en priorité le 3661, puis le 74520. le conducteur du 3661 n'a pas répondu pour une raison que le coordonnateur régional circulation ignore, pourtant ce dernier est certain que le train 3661 était bien sur le canton radio du secteur intéressé par l'appel. Le 74520 a répondu et il s'est arrêté.

Le régulateur a essayé ensuite de demander la coupure d'urgence, c'est à ce moment-là que le RSS lui a dit qu'il y avait une disjonction sur le sous-secteur intéressé.

L'aide CRC, qui se trouvait dans la même salle, a confirmé les dires du régulateur et du CRC.

3.2 - Dénivelé du terrain et cheminement de la remorque

D'après le métré effectué par les gendarmes et le relevé des altitudes estimées, il s'agit d'un terrain présentant une déclivité importante comme le montre le calcul ci-dessous.

La remorque agricole, située à 474 mètres de la voie ferrée, était installée à peu près perpendiculairement à la pente naturelle du terrain qui présente un dénivelé de 53 mètres environ par rapport à la voie ferrée et de 48 mètres par rapport à la fin de la pente (dans le bois, au bord des voies ferrées).

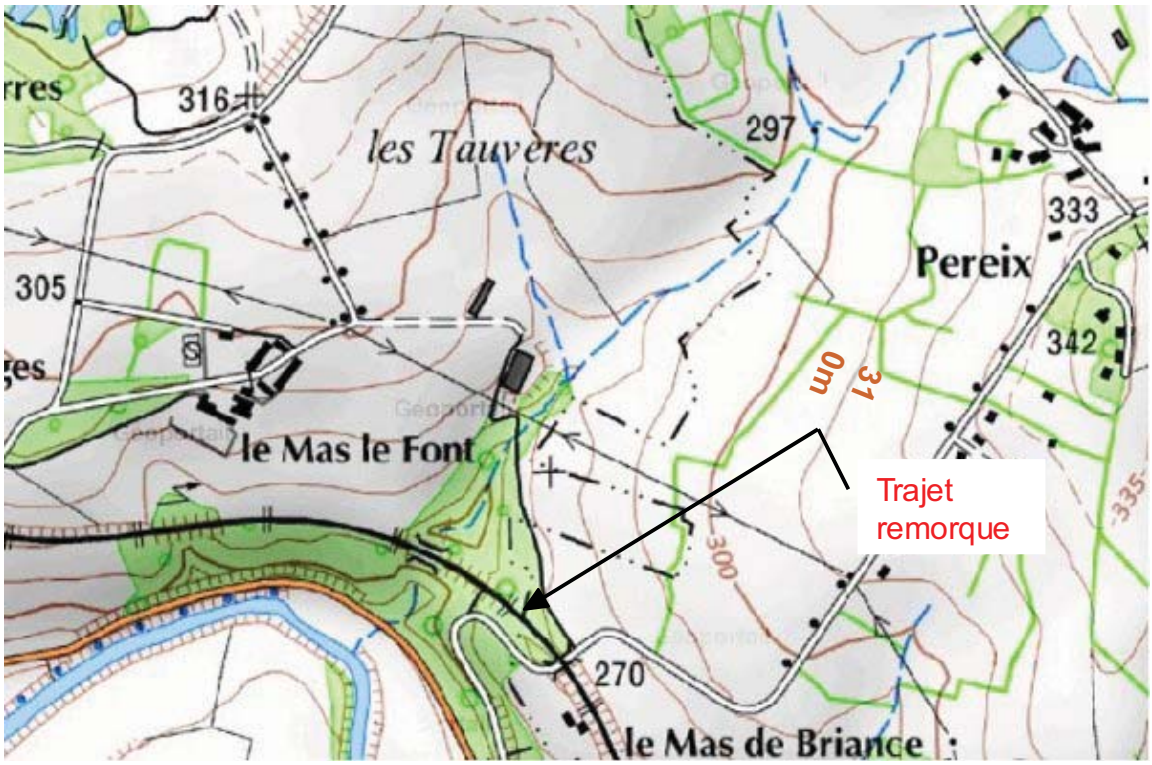


Figure 6 : Dénivellation parcourue par la remorque

La remorque a dévalé la pente vers la voie ferrée en parcourant 474 mètres :

- à travers une première prairie de 230 mètres environ en perdant 2 ballots de foin (8% de pente environ) ;
- franchissant un talus d'un mètre de hauteur environ en perdant 2 ballots ;
- parcourant une deuxième prairie de 212 mètres environ en perdant un ballot de foin (12% de pente environ) ;
- traversant un chemin de terre, elle a fini sa course dans la trouée d'un petit bois sur 33 mètres environ en perdant 2 ballots, avant de tomber sur la voie ferrée.

En chemin, la remorque a perdu au total 7 ballots de foin, le reste étant éjecté au moment de la chute sur la voie ferrée.

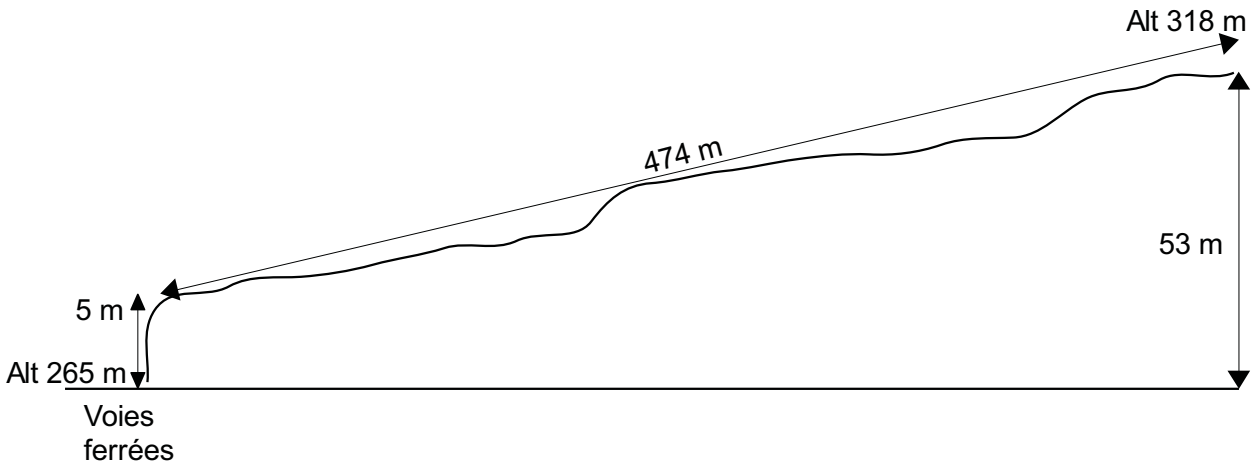


Figure 7 : Schéma en coupe du dénivelé

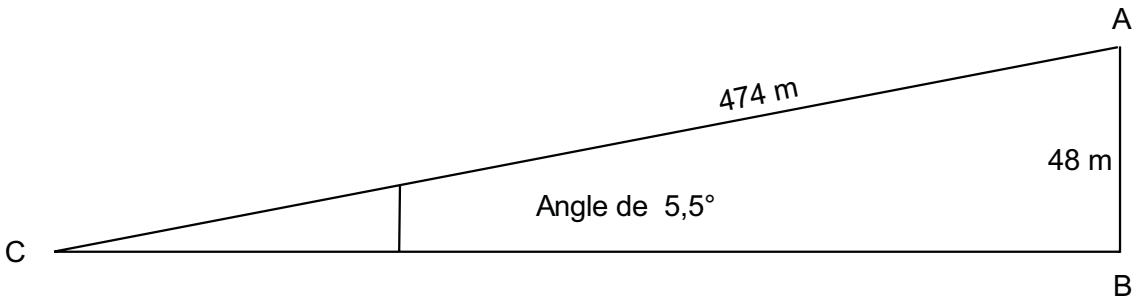


Figure 8 : Calcul de la déclivité

L'angle moyen de dénivelé est calculé ainsi : AB = 53m – 5m = 48m et AC = 474m

48/474m= x/100 soit x = 100X48/474 = 10,13%, **soit une pente d'environ 10% en moyenne.**

3.3 - Le tracteur John Deere 6610, la remorque Gilibert et les cales utilisées

3.3.1 - Le tracteur John Deere 6610

Le tracteur utilisé par le conducteur est de taille classique habituellement utilisé pour l'activité de collecte de ballots de foin dans les prairies.

A noter qu'il a été retrouvé par les gendarmes dans la prairie la plus haute d'où est partie la remorque.

La photo ci-dessous montre le tracteur côté fourche de levage servant à cette tâche.

Figure 9 :
Tracteur John Deere 6610

3.3.2 - La remorque Gilibert type REA 316 (TR3131) utilisée par le conducteur du tracteur

Cette remorque est de fabrication récente, le certificat de conformité a été établi le 04 juin 2004.

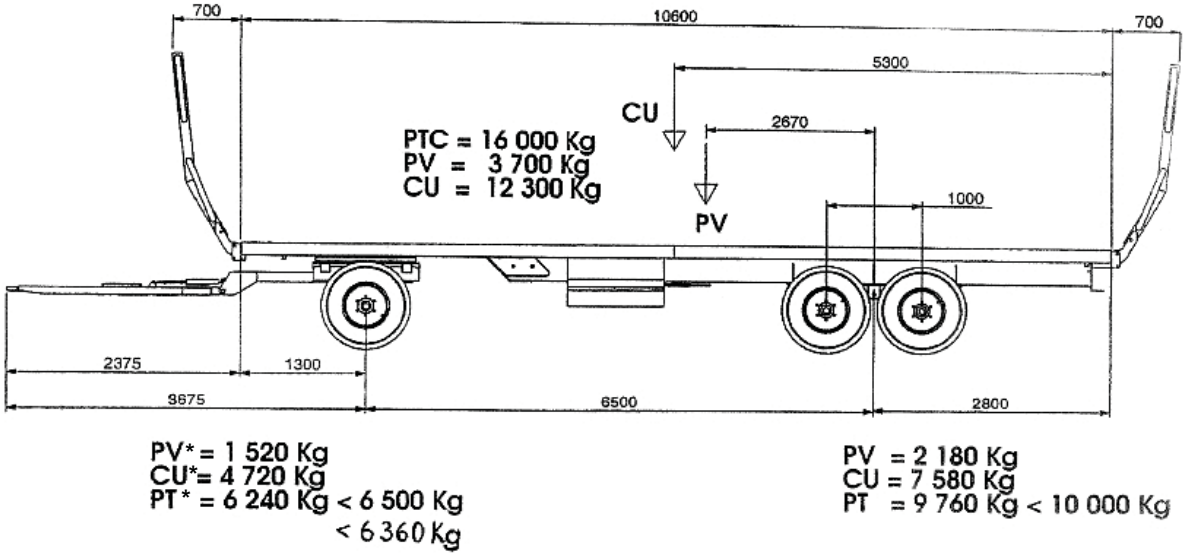


Figure 10 : Remorque Gilibert

3.3.3 - Le frein de stationnement de la remorque

Caractéristiques du frein de stationnement

Le frein de stationnement, situé sous le plateau de la remorque, est constitué d'un levier, de câbles, biellettes et poulie permettant le serrage des mâchoires de frein à tambours situées à chaque roue des deux essieux arrière comme indiqué sur le schéma de principe en annexe 3.

Son levier de serrage est situé sous le plateau de la remorque de façon centrale derrière un coffre à outil. Il est muni d'un câble relié à une poignée située en bout de caisse de la remorque pour en faciliter le serrage.

Figure 11 : Poignée de serrage du levier de stationnement

Le réglage de ce frein de stationnement est réalisé grâce à un tendeur classique de câble situé sur un point fixe de l'autre côté du châssis.

Aucune consigne d'entretien ne figure dans le livret de cette remorque quant à la fréquence et à la façon de procéder pour s'assurer de l'efficacité de ce frein de stationnement.

Figure 12 : Dispositif à cran de serrage du frein de stationnement

La réglementation

L'arrêté du 18 août 1955 du Ministère des travaux publics, des transports et du tourisme *(complété par l'arrêté du 12 janvier 2006)*, indique aux constructeurs les modalités concernant notamment le freinage des véhicules agricoles.

Il est précisé que le freinage des véhicules agricoles permet d'avoir une remorque, comportant un frein de stationnement. Celui-ci doit être capable de retenir la remorque, à charge pleine, jusque sur une pente de 18%.

Cet arrêté prévoit également que la mise en action de ce frein de stationnement est purement manuelle et que celui-ci doit pouvoir être actionné par une personne à terre ; il n'exige pas de dispositif automatique de freinage lors du stationnement.

Expertise du frein de stationnement

Concernant le frein de stationnement de la remorque, les constatations suivantes ont été faites - voir annexes 2 et 3 :

- Le plateau de la remorque possède en son centre, derrière un coffre à outillage situé sous le châssis à environ 50 cm, un dispositif à cran permettant d'immobiliser la remorque. Le levier de mise en serrage est relié à une poignée en bout de plateau facilitant l'usage ;
- Un tendeur de réglage du frein est fixé sous la caisse ;
- Ce frein agit sur les deux essieux arrière au niveau des tambours.

Le jour de l'accident, malgré les cales posées par le conducteur du tracteur, la remorque a dévalé les 474 mètres de pente entre son emplacement de chargement et les voies ferrées.

Cette dérive laisse supposer que le frein n'agissait pas, soit parce qu'il n'avait pas été serré ou qu'il avait été insuffisamment serré, soit parce qu'il était inefficace (câble détendu...).

Après l'accident, le constat a pu être fait du bon état des mâchoires de frein au niveau des roues (pas de traces de corrosion ou d'usure anormale). Le câble situé entre le levier et les mâchoires paraissait en bon état après l'accident.

La partie fixe du dispositif de frein, en forme de demi-cercle, présente des traces de frottement indiquant un débattement au-delà de la zone crantée (fig 13) et donc largement au-delà de la zone de serrage normal. Du fait de ce débattement qui devait exister depuis un certain temps, il fallait tirer très loin sur le levier pour obtenir la tension du câble permettant un serrage des mâchoires, sans que le crantage puisse ensuite maintenir le levier dans cette position.

Ce constat permet de conclure que le câble était détendu et donc que le frein était inefficace.

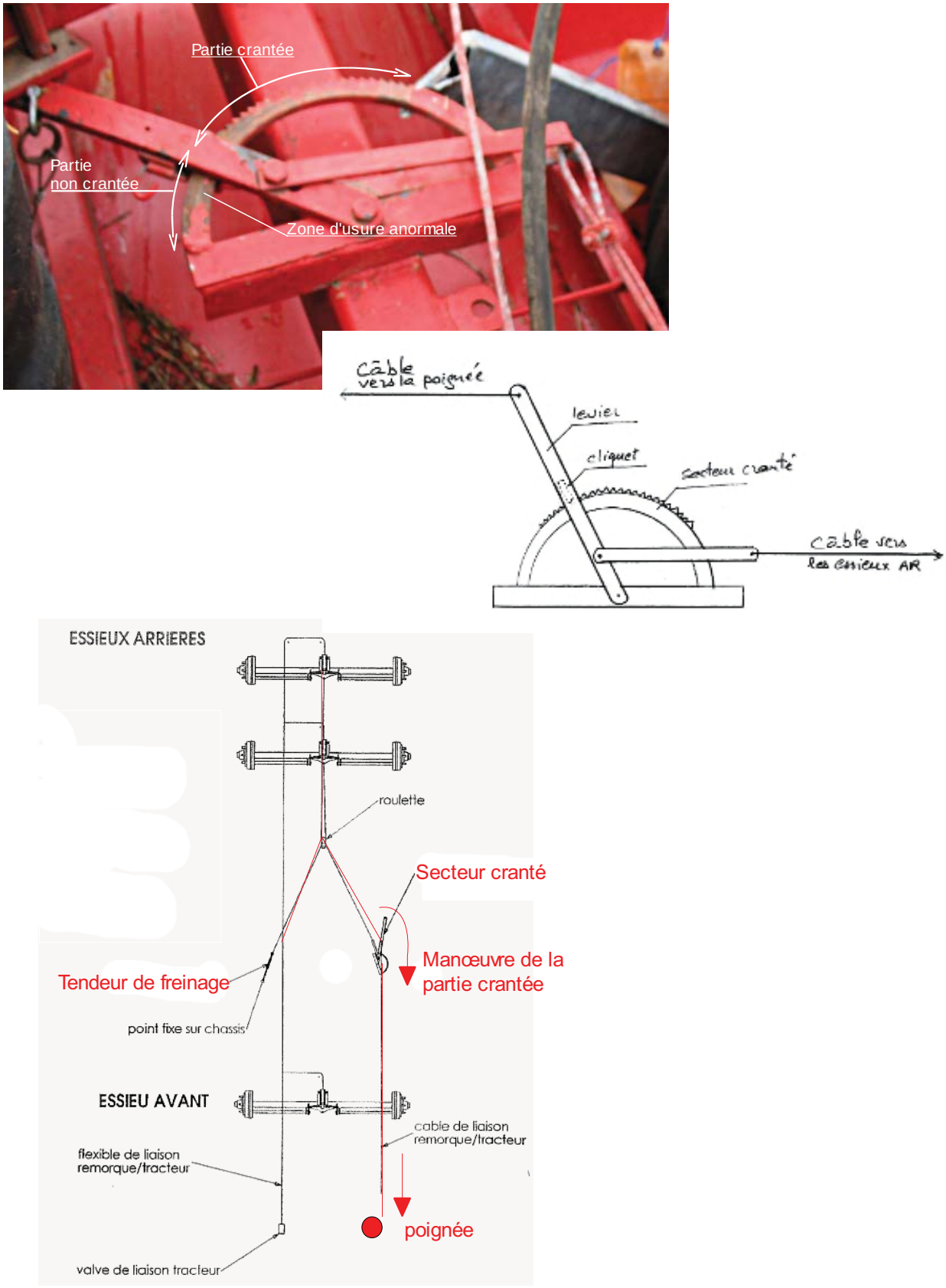


Figure 13 :Schéma de principe du frein de fonctionnement

Les flèches rouges indiquent le mouvement à effectuer pour obtenir le serrage du frein.

3.3.4 - Caractéristiques des cales AL KO UK 36 St

Le conducteur du tracteur a déclaré que, par précaution, ces cales ont été ajoutées en plus du frein de stationnement, de manière à éviter une éventuelle dérive de la remorque.

Il existe quatre types de cales AL KO, destinées au calage de remorques agricoles. Ce sont des cales UK 36 St qui ont été utilisées par le conducteur du tracteur.

Les cales UK 36 St

Les cales AL KO UK 36 St utilisées ce jour-là ne sont pas fournies avec la remorque agricole. D'ailleurs, le constructeur de la remorque n'en prévoit pas l'utilisation sur ces remorques (pas d'inscription sur la notice d'utilisation et d'entretien), le frein de stationnement installé lors de la construction devant remplir correctement la fonction d'immobilisation requise.

La norme DIN 76051- 2

C'est la norme DIN 76051-2 qui a été utilisée pour fabriquer les cales AL KO. Cette norme détermine le dimensionnement des cales en fonction du rayon des roues du véhicule et de sa charge par roue.

Analyse comparative

	Rayon de roue	**Charge par roue**
AL KO 36 St	360 mm max	1 600 kg max
Remorque accidentée	425 mm	2 500 kg

Le tableau ci-dessus montre le dimensionnement et la charge des cales AL KO 36 St par roue, inférieurs au besoin de la remorque.

Figure 14 : Cales retrouvées après l'accident avec inscription DIN 76051-36

L'écrasement des cales (figure 14) est dû en partie au sol dur en cette saison. Lors de cet accident, les cales ne se sont pas enfoncées dans le sol.

Il paraît très probable qu'un usage sur sol meuble aurait provoqué leur enfoncement dans le sol et donc diminué leur efficacité. Ce qui tend à prouver que leur usage ne peut être envisagée comme « tout terrain ».

3.4 - Les qualifications du conducteur du tracteur

Au moment de l'accident, le conducteur du tracteur est âgé de 21 ans, de nationalité française, il a déclaré exercer la profession d'employé agricole, mais était alors sans emploi.

Il réside dans l'agglomération de Limoges, à 11 km du lieu de l'accident.

3.4.1 - Le cadre de travail du conducteur

Le conducteur du tracteur au moment de l'accident n'avait pas de contrat de travail, pour cette activité. D'après ses déclarations, il travaillait « pour rendre service ».

Il ne pouvait pas non plus dépendre de la législation sur l'entraide agricole (à titre gratuit) car celle-ci est réalisée entre agriculteurs uniquement, et par des échanges de services de travail et de moyens d'exploitation – Article L325-1 du code rural.

Le conducteur du tracteur n'étant pas agriculteur (ni sa famille), il ne pouvait donc pas relever de l'entraide agricole au sens légal du terme.

Son travail s'effectuait donc en dehors du cadre légal.

3.4.2 - La formation du conducteur du tracteur

Conduite du tracteur sur la voie publique

Pour conduire un tracteur sur la voie publique, il faut un âge minimum de 16 ans et il suffit que le tracteur soit attaché à une exploitation agricole pour être dispensé d'un permis de conduire (article R221-20 du code de la Route).

Ces conditions étaient remplies puisque le tracteur est rattaché à une exploitation agricole et utilisé à des fins agricoles, et que le conducteur était âgé de 21 ans

Ce conducteur était ainsi dispensé du permis de conduire ; il était cependant titulaire d'un permis B.

Utilisation agricole du tracteur

Un CACES (certificat d'aptitude à la conduite en sécurité) sert, après la formation et les tests prévus, à attester les compétences à travailler en sécurité et fait l'objet de la délivrance d'une attestation. Le CACES 1 est destiné aux conducteurs de tracteurs agricoles – source décret 98-1084 du 02/12/98, article R233-13-19 du code du travail.

Le CACES 1 est obligatoire et concerne tous les utilisateurs de tracteurs agricoles, quelle que soit la puissance du tracteur.

Le conducteur de ce tracteur ne possédait pas le CACES 1.

Cependant, il convient de signaler que le conducteur du tracteur a préparé un CAP de conduite d'engins avec contrat d'apprentissage dans une entreprise de BTP du 29/08/2005 au 31/08/2007. Mais, à ce jour, aucun document ne valide l'obtention de cette qualification.

3.5 - Le train de voyageurs 3661

3.5.1 - La locomotive 26066

Figure 15 : Locomotive 26066 en gare de Limoges

La locomotive 26066 qui était en tête du train 3661 est de fabrication récente. Ce type de locomotive est capable de tracter sous deux tensions différentes : 1,5 Kv et 25 Kv 50Hz et d'acheminer des trains jusqu'à 200 km/h.

3.5.2 - La voiture n°17 B7t 200

Au départ de la gare de Paris Austerlitz, cette voiture était la première du train 3661 par rapport au sens de circulation. Elle a été la plus endommagée lors de l'accident.

Tous les passagers blessés dans l'accident étaient installés dans cette voiture. Un schéma simplifié de la voiture 17 figure en annexe 5.

3.5.3 - Les enregistrements de la bande graphique

Les enregistrements de la bande graphique ci-après indiquent la progression en vitesse du train 3661 jusqu'à atteindre 110 km/h aux environs du tunnel de Pouzol. Puis, il redescend à une moyenne de 100 km/h peu avant de percuter l'obstacle.

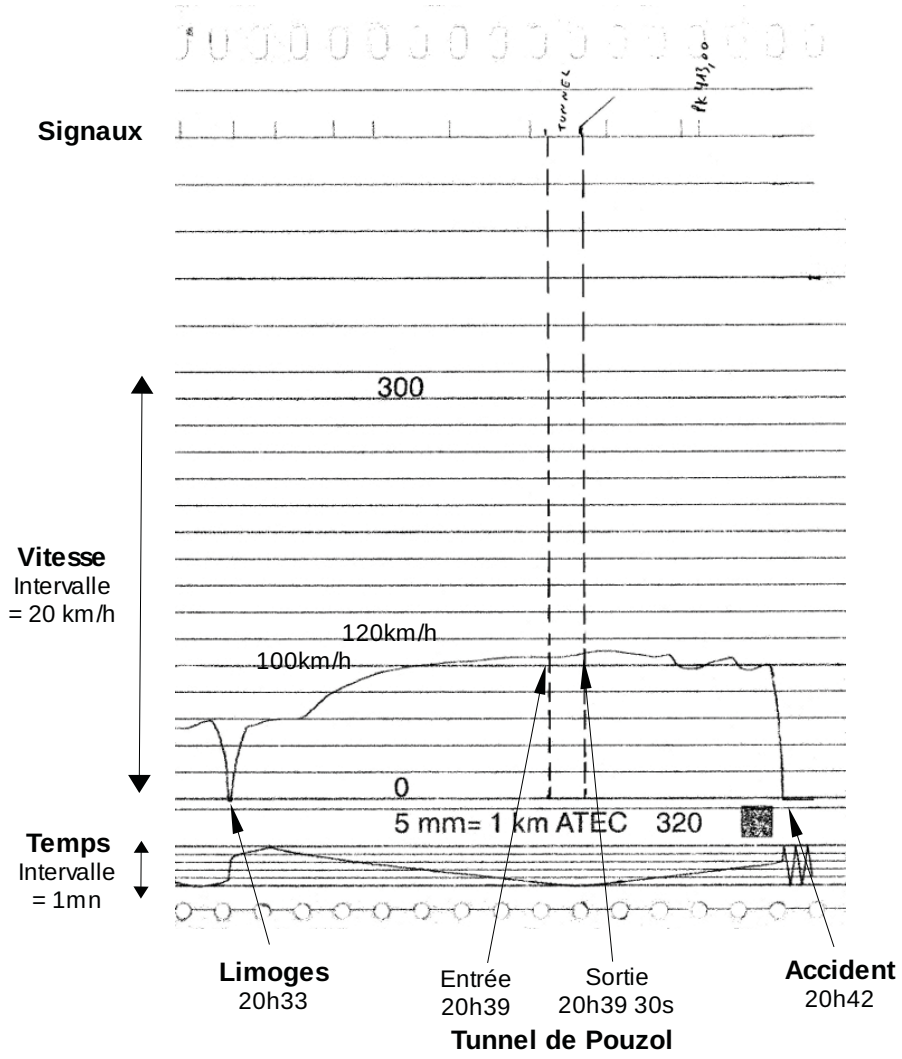


Figure 16 : Extrait de la bande graphique de la locomotive 26066

Ainsi, en prenant 20h33 comme moment du départ du train de la gare de Limoges, on situe l'entrée du train dans le tunnel de Pouzol à 20h39 et la sortie à 20h39 30s. De ce fait, l'heure de l'accident se situe autour de 20h42mn. Le conducteur coupe la traction vers le PK 414,600 et la courbe de vitesse qui chute se situe vers le PK 414,700 suite à l'enfoncement du bouton poussoir BP URG, soit 180 mètres avant la percussion de la remorque (ceci correspond aux propos du conducteur situant vers 150 mètres le début du freinage).

3.6 - La couverture radio sol-train et les enregistrements

3.6.1 - La couverture radio sol-train

La radio sol-train installée sur cette ligne est de type analogique, elle permet de relier les acteurs sécurité au sol (régulateur, agents circulation) aux conducteurs des trains. Dans ce système, les messages émis dans un canton radio sont entendus par l'ensemble des postes situés sur ce canton.

Lors de l'accident, le conducteur a indiqué qu'il n'avait pas entendu d'appel du COGC par la radio sol-train.

A la suite de cet accident, la SNCF a donc lancé une série de tests sous forme d'essais radio depuis le sol, les mobiles et le poste de travail du régulateur du COGC pour vérifier l'efficacité des installations radio sol-train. Ces essais radio ont ainsi été réalisés les 07 et 10 juillet 2009 pour les essais au sol et dans le train, ainsi que le 21, dans des conditions météorologiques analogues avec une voiture spécialisée d'IGTL* (service infrastructure SNCF télécom) - cf annexe 6.

Les deux rapports finaux indiquent que tous ces essais se sont révélés corrects au niveau de la couverture radio.

Les mesures de fréquence

Pour que les communications radio sol-train soient bonnes, il suffit qu'une des trois fréquences F1, F2, F3 ait un niveau supérieur à 97 dBm*.

Le graphique ci-dessous établi le 21 juillet 2009 par IGTL entre le PK 400 et le PK 420 montre que cette condition est réalisée partout sauf entre les PK 406,500 et 407. La chronologie établie au point 4.3 montre que ce tronçon n'est pas concerné par l'évènement. En revanche, dans le tunnel de Pouzol, indiqué par les repères fléchés le niveau de la fréquence F2 est bon ; le train 3661 se trouvait dans ce tunnel lors de l'appel radio du COGC.

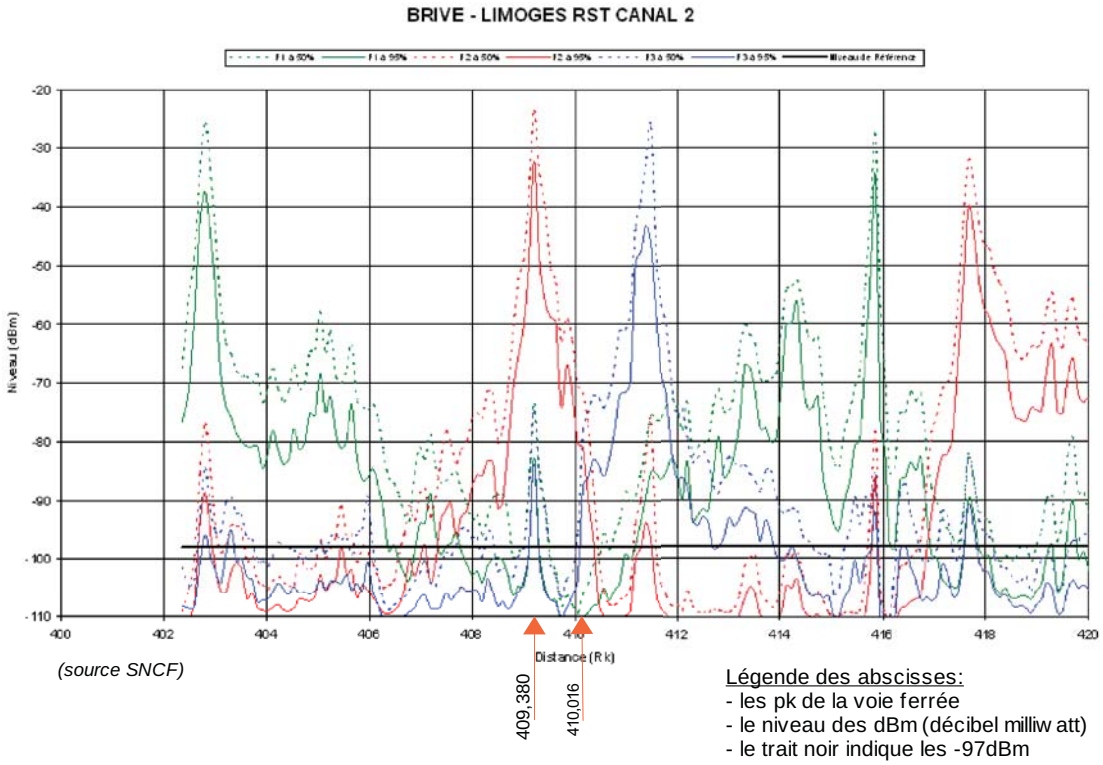


Figure 17 : Extrait graphique des essais d'IGTL

Vérification auprès des établissements Traction dont les conducteurs assurent le train 3661.

Le conducteur du train 3661 a souligné lors de sa deuxième audition que des problèmes de décrochements arrivaient de temps à autre sur cette ligne.

La SNCF a effectué une vérification des bulletins et signalements écrits des conducteurs ayant assuré la conduite du train 3661 sur les six mois précédents l'accident. Sur aucun de ces documents, il n'est indiqué un quelconque problème de radio dans ce secteur radio.

Le poste radio embarqué de la locomotive 26066

Lors de l'expertise judiciaire effectuée le 03 février 2010 en laboratoire SNCF de Venarey-les-Laumes, cet appareil n'a pas donné lieu à remarques.

Il est considéré comme fonctionnel.

3.6.2 - Les enregistrements audio de la radio sol-train

La règle d'utilisation de la radio sol-train

Celle-ci est rappelée dans le document régional LM IN 002 article 6 qui stipule que pour parler au régulateur on doit :

- s'assurer que celui-ci n'est pas déjà en conversation (sauf urgence) ;
- appuyer sur le commutateur de conversation et s'annoncer ;
- ne commencer la conversation que lorsque le régulateur répond à son annonce.

On doit rester quelques secondes à l'écoute, après la fin de communication, afin de pouvoir recevoir du régulateur d'éventuelles indications complémentaires. D'autre part, pour éviter toute erreur, les postes doivent répéter d'office, les ordres reçus du régulateur.

La discipline d'utilisation de la radio sol-train

Lors des écoutes des 16 enregistrements (réf. 9242 à 9258) des communications réalisées de 20h35 à 20h50, on peut noter un manque de discipline des échanges entre le régulateur et les différents interlocuteurs : pas ou peu d'identification, pas de temps de pause, début de dialogue sans attendre son tour, discussions autour du régulateur, fond inaudible ...

Sans sous-estimer les effets du stress lié à l'urgence et à la gravité de la situation, on ne peut que constater le manque de rigueur des acteurs sécurité lors de l'utilisation de la radio sol-train.

L'écoute des enregistrements

L'enregistrement 9242 dure 43 secondes et comporte les appels du régulateur pour arrêter les trains 3661 et 74520 qui se dirigent vers le lieu où la remorque est tombée sur les voies.

On entend le régulateur appeler le conducteur du train 3661 par deux fois, 5 secondes, puis 14 secondes après le début de l'enregistrement.

Sans réponse, il appelle le train 74520.

Un conducteur répond sans s'identifier.

Le régulateur lui demande de s'arrêter.

Le conducteur accuse réception toujours sans s''identifier.

Le régulateur croit qu'il s'agit du conducteur du train 3661 ; en fait, il s'agit du conducteur du train 74520.

Le régulateur met fin alors à la communication.

L'enregistrement 9244 montre que, quelques instants plus tard, le régulateur a appelé à nouveau le train 74520 pour lui demander de s'arrêter. Le conducteur répond qu'il est arrêté.

A ce stade, le régulateur croit qu'il a pu arrêter les deux trains qui se dirigent vers l'obstacle.

3.7 - Utilisation de la coupure d'urgence électrique de la tension caténaire

3.7.1 - L'utilisation de la coupure d'urgence comme moyen d'arrêt des trains prévue dans les textes règlementaires

Le règlement IN 1511 (S2B) indique, dans son 9, les mesures permettant d'arrêter un train en cas d'obstacle inopiné sur les voies.

La coupure d'urgence de la tension caténaire fait partie de ces moyens d'arrêt.

L'IN 1709 (S11) donne également cette possibilité en indiquant que toute personne peut demander la coupure d'urgence.

Cependant, le document IN 3790 (document métier du régulateur) n'indique pas la possibilité d'utiliser la coupure d'urgence comme un moyen d'arrêter les trains. Un extrait de la fiche 12 figure en annexe 8.

3.7.2 - Le constat établi après l'accident

En examinant la chronologie entre le début de l'appel de la gendarmerie au COGC (20h39) et le moment de l'accident (20h42), il apparaît que cet intervalle de temps était suffisant pour arrêter le train 3661 avant l'obstacle en utilisant la coupure d'urgence de la tension caténaire.

En effet, en admettant que la réalisation de la coupure d'urgence nécessite 30 secondes (communication entre le régulateur du COGC et le régulateur sous-station et la télécommande des appareils d'interruption) et que le conducteur

circule 20 secondes sur l'erre avant de déclencher son freinage comme prévu par l'IN 1709 (S11), la distance parcourue avant l'arrêt aurait été de 2 125 m se décomposant comme suit :

- distance parcourue en 50s à 110 km/h : 1 525 m ;
- distance de freinage d'un train V200 à 110 km/h : 600 m.

En prenant le PK 409,630 comme début de l'alerte ; l'arrêt aurait été obtenu au PK 411,755, soit environ 3 000 m avant l'obstacle.

4 - Déroulement de l'accident et des secours

4.1 - Déroulé des évènements

4.1.1 - Le parcours de la remorque

Le 03 juillet 2009 depuis environ 19h30, à Boisseuil (87), une personne travaille avec une remorque et un tracteur dans une prairie pentue. Cette personne charge des ballots de foin de 480 kg environ sur une remorque agricole située à 474 mètres des voies ferrées.

Neuf ballots de foin sont chargés sur la remorque de l'agriculteur.

Cette personne amène deux ballots de foin supplémentaires sur la remorque. Lorsqu'elle tente de rapprocher ces ballots, elle s'aperçoit que la remorque bouge et écrase les cales installées sous les roues. Il est aux environs de 20h20 lorsque la remorque commence à dévaler les deux prairies successives vers les voies ferrées.

Malgré le bon vouloir du conducteur du tracteur, qui fait diverses tentatives pour éviter l'accident, rien n'arrête cette remorque qui prend de la vitesse au fur et à mesure que le terrain descend. La chute sur les voies ferrées est inévitable, car l'itinéraire suivi par la remorque ne comporte aucun point d'écueil.

4.1.2 - La chute de la remorque et l'alerte

Vers 20h30, la remorque tombe sur les voies ferrées en engageant les deux sens de circulation.

A 20h34, le conducteur du tracteur, reprenant ses esprits, prévient par téléphone l'agriculteur propriétaire de la remorque.

A 20h35, l'agriculteur alerte les gendarmes (COG de Limoges).

A 20h36 30s, le COG appelle le COGC SNCF de Limoges pour l'aviser de la présence de la remorque sur les voies au lieu dit Pereix.

Le COGC répond au bout de 57s.

A 20h37 40s, le conducteur du tracteur appelle, lui aussi, le centre opérationnel de la gendarmerie (COG de Limoges).

Les interlocuteurs mettent un certain temps à se comprendre au téléphone sur la localisation de l'accident, les lieux dits Pereix et Boisseuil ne figurant pas dans les documents ferroviaires SNCF. La communication dure 4mn et 11s ; toutefois, dès 20h39mn, après 1mn 30s de conversation, l'endroit est situé avec suffisamment de précision pour que le régulateur puisse prendre les mesures nécessaires pour arrêter les trains se dirigeant vers l'obstacle.

4.1.3 - L'alerte des conducteurs de trains par le régulateur

A 20h33, le train 3661 part de Limoges-Bénédictins vers Brive-la-Gaillarde et Cahors.

Vers 20h39, le train roule alors à une vitesse d'environ 110 km/h lorsqu'il entre dans le tunnel de Pouzol. A ce moment-là, le COGC tente à deux reprises d'aviser les conducteurs des deux trains 3661 et 74520 qui se dirigent vers l'obstacle. Le train 3661 roule alors dans le tunnel de Pouzol et le conducteur ne perçoit pas l'émission radio, les fenêtres latérales de la cabine de conduite de la locomotive sont ouvertes, le bruit ambiant dans le tunnel de Pouzol empêche le conducteur du train 3661 d'entendre l'émission radio.

Après deux appels au 3661 et un appel au 74520, le régulateur reçoit une indication d'arrêt, qu'il interprète comme celle du train 3661 alors qu'il s'agit du train 74520. Le train 74520 arrivant sur voie 2 vient de s'arrêter à 20h40mn 10s, quelques centaines de mètres avant l'obstacle.

Le régulateur convaincu que les deux trains sont arrêtés ne prend pas d'autre mesure et notamment ne demande pas la coupure d'urgence de la tension caténaire.

4.1.4 - L'accident

Le conducteur du train 3661, non averti du danger, poursuit sa route. Il s'aperçoit 150 m avant l'impact de la présence de la remorque sur les voies ferrées.

Il est 20h42mn ± 10s, le train 3661 percute la remorque et les ballots de foin tombés sur les voies ferrées au PK 414,880. Il déraille, entraînant dans son élan la remorque, dont les roues vont perforer et cisailler la voiture 17 située immédiatement derrière la locomotive.

4.2 - Secours aux blessés

A 20h42mn 56s, le conducteur du train 3661 donne l'alerte au COGC qui fait appel immédiatement aux services de secours.

Ces derniers (pompiers, gendarmes), arrivant sur place à 21h20, retrouvent dans la voiture 17 en tout 13 victimes :8 blessés rejoignent leur domicile après quelques soins reçus sur place et 5 blessés sont évacués sur le CHU de Limoges, dont 1 blessé grave qui restera plusieurs jours dans le coma.

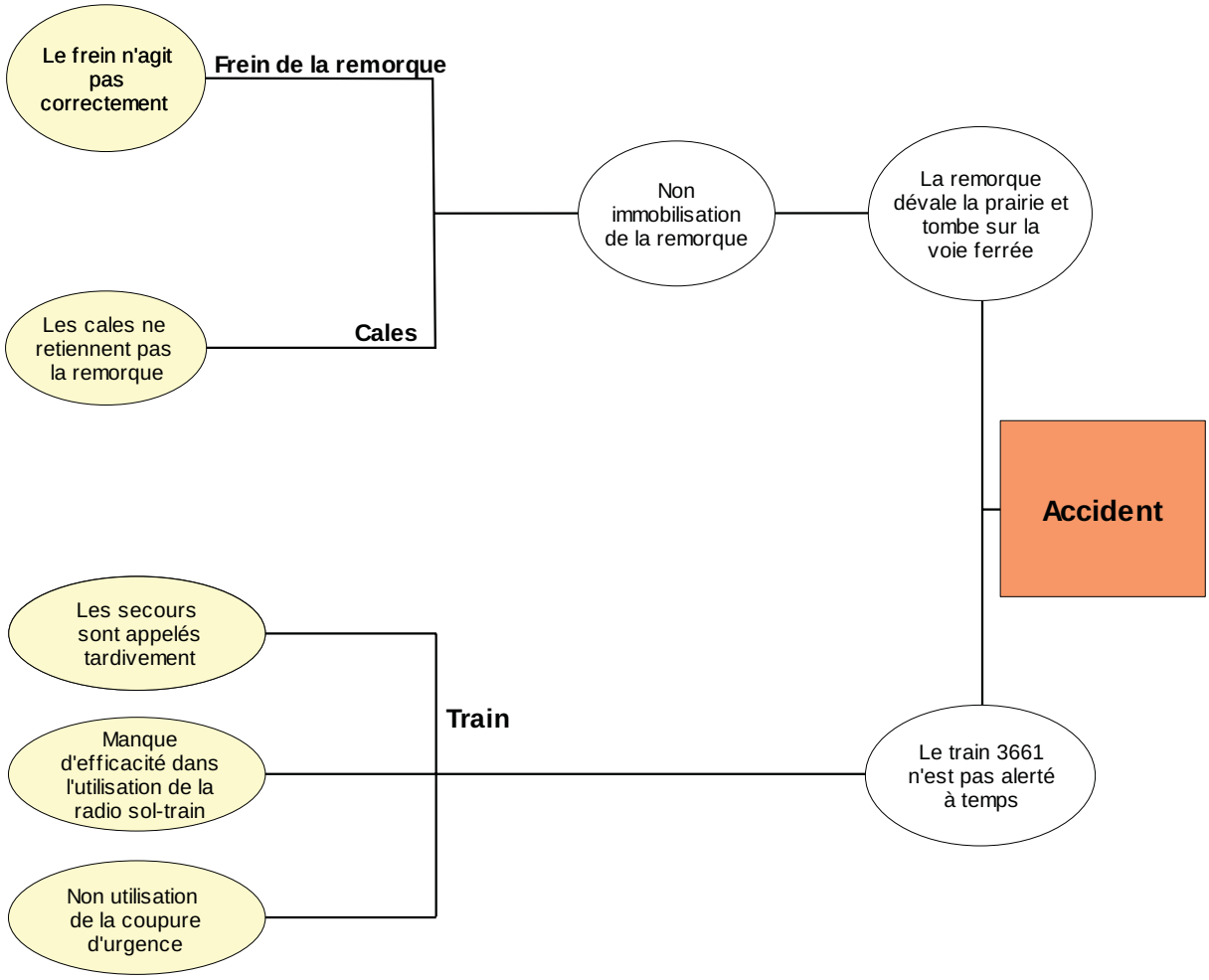
4.3 - Chronologie synthétique des évènements

Pour permettre de mieux appréhender le déroulé de l'accident il a été établi une chronologie synthétique, d'après des recoupements d'informations retrouvées dans le dossier de flagrance (source gendarmerie) et les différentes sources ferroviaires (SNCF). Le point de cohérence est fixé à l'amorce du graphique circulation du COGC de Limoges avec le train 3661 parti à 20h33 de Limoges.

Évènements		Chronologie synthétique
- le conducteur du tracteur installe la remorque dans la prairie, il met le frein de stationnement en action et pose les deux cales AL KO sous les roues		- vers 19h 30
- le conducteur constate que la remorque dérive et tombe sur la voie ferrée		- vers 20h 30
- le train 3661 part de Limoges-Bénédictins		- 20h 33
- appel du conducteur du tracteur à l'agriculteur	Début Fin	- 20h 34mn 35s - 20h 34mn 55s
- l'agriculteur alerte le COG de la gendarmerie	Début Fin	- 20h 35mn 18s - 20h 36mn 30s
- le COG alerte le COGC de la SNCF - début de communication - fin de communication	Appel Début Fin	- 20h 36mn 30s - 20h 37mn 27s - 20h 41mn 38s
- le conducteur du tracteur alerte à son tour la gendarmerie (heure estimée, appel non enregistré au COG)	Début Fin	- 20h 37mn 40s - 20h 39mn 42s
- le train 3661 entre dans le tunnel de Pouzol		- 20h 39mn
- le régulateur tente d'appeler le conducteur du train 3661	Début Fin	- 20h 39mn 09s - 20h 39mn 29s
- le régulateur du COGC appelle le conducteur du train 74520	Début Fin	- 20h 39mn 20s - 20h 39mn 52s
- arrêt du train 74520		- 20h 40mn 10s
- signal d'alerte radio sol-train émise par le conducteur du train 3661		- 20h 41mn 55s
- heurt du train 3661 avec la remorque		- 20h 42mn
- disjonction caténaire voie 1 reçue au RSST de Toulouse		- 20h 42mn 07s
- fin de l'alerte radio du 3661		- 20h 42mn 20s
- le conducteur du train 3661 indique au COGC de Limoges qu'il vient de heurter des bottes de foin et qu'il a déraillé		- 20h 42mn 56s
- le COG à Limoges entre en contact avec le COGC pour avoir des nouvelles. Le COGC avise le COG qu'un train a déraillé	Début Fin	- 20h 43mn 28s - 20h 44mn 19s

5 - Analyse des causes et facteurs associés, orientations préventives

5.1 - Arbre des causes



Deux causes directes sont donc à l'origine de l'accident :

- la mise en mouvement intempestive de la remorque et sa chute sur les voies ferrées ;
- le retard dans l'alerte aux trains.

Les orientations préventives seront recherchées dans les cinq domaines suivants correspondant aux causes premières :

- le frein de stationnement de la remorque ;
- l'usage de cales d'immobilisation ;
- l'alerte immédiate aux gendarmes ;
- l'utilisation de la radio sol-train pour alerter les trains ;
- l'utilisation de la coupure d'urgence électrique par les COGC.

5.2 - Le frein de stationnement de la remorque agricole

Les propos du conducteur du tracteur lors de l'enquête indiquent bien que le chargement des deux derniers ballots a provoqué le départ de la remorque.

C'est à ce moment-là que la dérive s'est produite ; le frein de stationnement étant inefficace, une faible poussée vers l'avant de la remorque a suffi pour provoquer l'écrasement des cales et la dérive qui s'ensuivit.

L'enquête a permis de déterminer que l'inefficacité du frein de stationnement est due au fait que les câbles étaient détendus en raison du manque d'entretien de la remorque.

De plus, à la lecture du manuel d'utilisation et d'entretien, on peut constater le manque d'indication concernant l'entretien de ce frein.

Un entretien annuel simple sur ce type de remorque paraît nécessaire, eu égard au fait que son utilisation est saisonnière et que pendant plusieurs mois des détériorations peuvent se produire à l'insu de l'utilisateur (câble détendu, dispositif de transmission du levier de frein bloqué, mâchoires de frein oxydées...).

Compte tenu de ces faits, le BEA-TT émet une recommandation.

<u>Recommandation R1</u> (AXEMA*, FG Industries) :
Prévoir et décrire dans les notices des remorques agricoles les prescriptions à appliquer pour l'entretien et la vérification périodiques des freins d'immobilisation.

5.3 - L'utilisation des cales

Le conducteur du tracteur, par souci de sécurité, a ajouté deux cales AL KO UK 36 St sous les roues arrière de la remorque avant de manœuvrer le levier du frein de stationnement et de dételer la remorque.

Or, celles-ci étaient inadaptées, et donc insuffisantes, pour retenir cette remorque. L'utilisation de ces cales ne faisant pas partie des recommandations d'utilisation du constructeur de la remorque, leur usage ne faisait que renforcer a priori la sécurité, à condition que le frein de stationnement fonctionne, bien entendu.

Dans le cadre des formations à caractère professionnel destinées aux agriculteurs, le BEA-TT invite les établissements de formation à rappeler les principes d'utilisation de ces cales.

5.4 - L'utilisation de la radio sol-train pour alerter les trains

Compte tenu du moment où l'alerte est parvenue au COGC, la mesure la plus fiable pour arrêter les trains, qui consiste à faire fermer les signaux par les gares encadrantes, n'était plus pertinente ; le régulateur a alors utilisé la radio sol-train.

L'enquête a montré que l'usage de la radio sol-train en phonie, en raison du bruit dans la cabine du train 3661 et du manque de formalisme et de rigueur dans les échanges, n'a pas permis d'arrêter ce train.

Le régulateur aurait dû émettre un message du type : « train 3661 et train 74520, arrêt d'urgence » à plusieurs reprises jusqu'à avoir un accusé de réception en bonne et due forme des deux conducteurs. Tel n'a pas été le cas.

L'usage de l'échange verbal en phonie, pour donner l'alerte à plusieurs trains, n'est pas sans inconvénient. Il est, en effet, lent, consommateur de temps, et exige une discipline rigoureuse pour éviter toute ambigüité.

Bien que la radio sol-train ait commencé à être installée il y a plus de trente ans sur le réseau ferré national, force est de constater que, malgré les actions menées par le gestionnaire infra délégué et les entreprises ferroviaires, la rigueur nécessaire à l'utilisation de ce support pour les messages de sécurité n'est pas atteinte.

Ce rapport est l'occasion d'inviter la SNCF et les autres entreprises ferroviaires à poursuivre leurs actions de formation et de sensibilisation des utilisateurs de la radio sol-train en vue d'atteindre le niveau de rigueur nécessaire.

Le signal d'alerte radio (SAR) qui déclenche un signal sonore de forte intensité imposant l'arrêt de tous les trains situés sur le canton radio concerné permet de s'affranchir des problèmes de niveau sonore en cabine et des questions de formalisme des messages. Il aurait certainement été perçu par le conducteur du train 3661, même lors de la traversée du tunnel de Pouzol.

En outre, une fois qu'il a déclenché le SAR*, le régulateur est disponible pour prendre, le cas échéant, des mesures complémentaires pour arrêter d'éventuels trains démunis de radio ou dont la radio pourrait être hors service.

Actuellement, le régulateur n'a pas la possibilité d'émettre l'alerte radio, seuls les conducteurs ont cette possibilité sur les engins.

Le BEA-TT émet la recommandation suivante.

Recommandation R2 (RFF*, SNCF) :
Évaluer l'opportunité d'installer l'alerte radio sol-train (SAR) dans les Centres Opérationnels de Gestion de la Circulation (COGC) et les postes circulation, pour alerter efficacement les trains en cas d'obstacle sur les voies ou de danger imminent.

5.5 - L'utilisation de la coupure d'urgence de la tension caténaire par les COGC

L'utilisation de la radio sol-train pour arrêter les trains en cas d'urgence n'est pas toujours suffisante, car elle est soumise à des aléas techniques voire à l'absence de radio sol-train sur certaines circulations.

La coupure d'urgence fait partie des moyens à disposition de l'ensemble des acteurs sécurité pour arrêter les trains. Ce moyen n'est pas immédiat et ne touche pas les trains à traction thermique, mais il n'est pas à négliger.

Dans le cas de cet accident de Boisseuil, le recours à la coupure d'urgence aurait pu permettre d'arrêter le train 3661, comme indiqué au point 3.7.

Le règlement IN 1511 (S2B), applicable par tous les agents et notamment par les régulateurs, prévoit le recours à la coupure d'urgence sur les lignes électrifiées pour arrêter les trains en cas de besoin.

Cependant, le document métier IN 3790 – « Manuel de référence - Opérations de sécurité effectuées par les régulateurs », ne reprend pas cette possibilité de recours à la coupure d'urgence.

Ainsi, le BEA-TT recommande :

<u>Recommandation R3</u> (SNCF) :
Introduire dans le document métier du régulateur IN 3790, et dans les formations des opérateurs des Centres Opérationnels de Gestion de la Circulation, l'usage de la coupure d'urgence pour arrêter les trains en cas de nécessité, conformément au document IN 1511 (S2B).

6 - Conclusions et recommandations

La cause directe de cet accident est l'obstacle sur les voies ferrées créé par la chute de la remorque agricole.

Deux facteurs ont joué un rôle déterminant dans la dérive de la remorque :

- l'inefficacité du frein de stationnement de la remorque agricole n'assurant pas l'immobilisation de la remorque ;
- l'usage de cales inadaptées.

Quatre facteurs ont contribué à l'échec des tentatives effectuées pour arrêter le train avant l'accident :

- l'absence d'alerte immédiate de la gendarmerie par le conducteur du tracteur ;
- l'absence de perception de l'appel radio par le conducteur du train 3661 ;
- le manque de rigueur dans l'échange d'informations de sécurité, qui a laissé croire au régulateur que tous les trains étaient alertés ;
- la non utilisation de la coupure d'urgence électrique comme moyen d'arrêt du train par le régulateur.

Ceci amène le BEA-TT à émettre trois recommandations :

<u>Recommandation R1</u> (AXEMA, FG Industries) :
Prévoir et décrire dans les notices des remorques agricoles les prescriptions à appliquer pour l'entretien et la vérification périodiques des freins d'immobilisation.

<u>Recommandation R2</u> (RFF, SNCF) :
Évaluer l'opportunité d'installer l'alerte radio sol-train (SAR) dans les Centres Opérationnels de Gestion de la Circulation (COGC) et les postes circulation, pour alerter efficacement les trains en cas d'obstacle sur les voies ou de danger imminent.

<u>Recommandation R3</u> (SNCF) :
Introduire dans le document métier du régulateur IN 3790, et dans les formations des opérateurs des Centres Opérationnels de Gestion de la Circulation, l'usage de la coupure d'urgence pour arrêter les trains en cas de nécessité, conformément au document IN 1511 (S2B).

En outre, le BEA-TT émet deux vœux :

Dans le cadre des formations à caractère professionnel destinées aux agriculteurs, le BEA-TT invite les établissements de formation à rappeler les principes d'utilisation des cales de remorques agricoles.

Le BEA-TT invite la SNCF et les autres entreprises ferroviaires à poursuivre leurs actions de formation et de sensibilisation des utilisateurs de la radio sol-train en vue d'atteindre le niveau de rigueur nécessaire.

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Annexe 2 : Photos du système de frein de parking des remorques Gilibert

Annexe 3 : Système de frein de parking des remorques Gilibert

Annexe 4 : Cales AL KO UK 36 St

Annexe 5 : Schéma de la voiture n° 17 B7t du train 3661

Annexe 6 : Compte rendu des essais radio par IGTL (SNCF) avec voiture de mesure Cristel

Annexe 7 : Graphique réel de circulation des trains

Annexe 8 : Extrait de la fiche 12 du référentiel IN 3790

Annexe 9 : Extraits du référentiel IN 1511 (S2B)

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

Bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre

Le Directeur

Paris, le 6 juillet 2009

DECISION BEA-TT 2009-006

Le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre ;

Vu la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 modifiée relative à la sécurité des infrastructures et systèmes de transport et notamment son titre III sur les enquêtes techniques ;

Vu le décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004 modifié relatif aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre ;

Vu les circonstances du heurt d'une remorque agricole par un train Corail survenu le 3 juillet 2009 sur la commune de Boisseuil (Haute-Vienne),

DECIDE

Article 1 : Une enquête technique, effectuée dans le cadre du titre III de la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 susvisée, est ouverte concernant le heurt d'une remorque agricole par un train Corail survenu le 3 juillet 2009 sur la commune de Boisseuil (Haute-Vienne).

Le Directeur
du Bureau d'Enquêtes sur
les Accidents de Transport Terrestre

Jean Gérard KOENIG

Annexe 2 : Photos du système de frein de parking des remorques Gilibert

tendeur de réglage

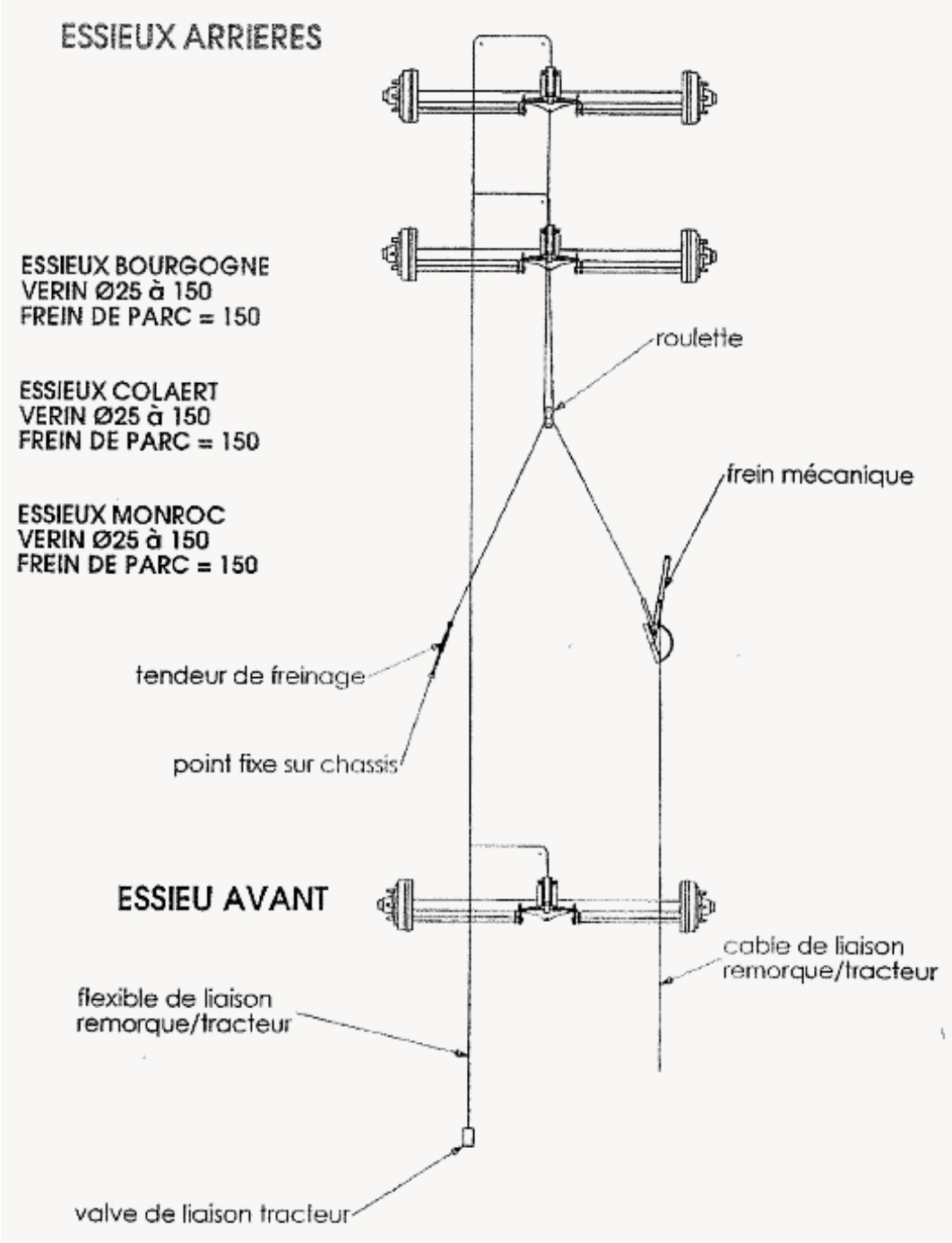
levier de frein de stationnement

(Photos source constructeur)

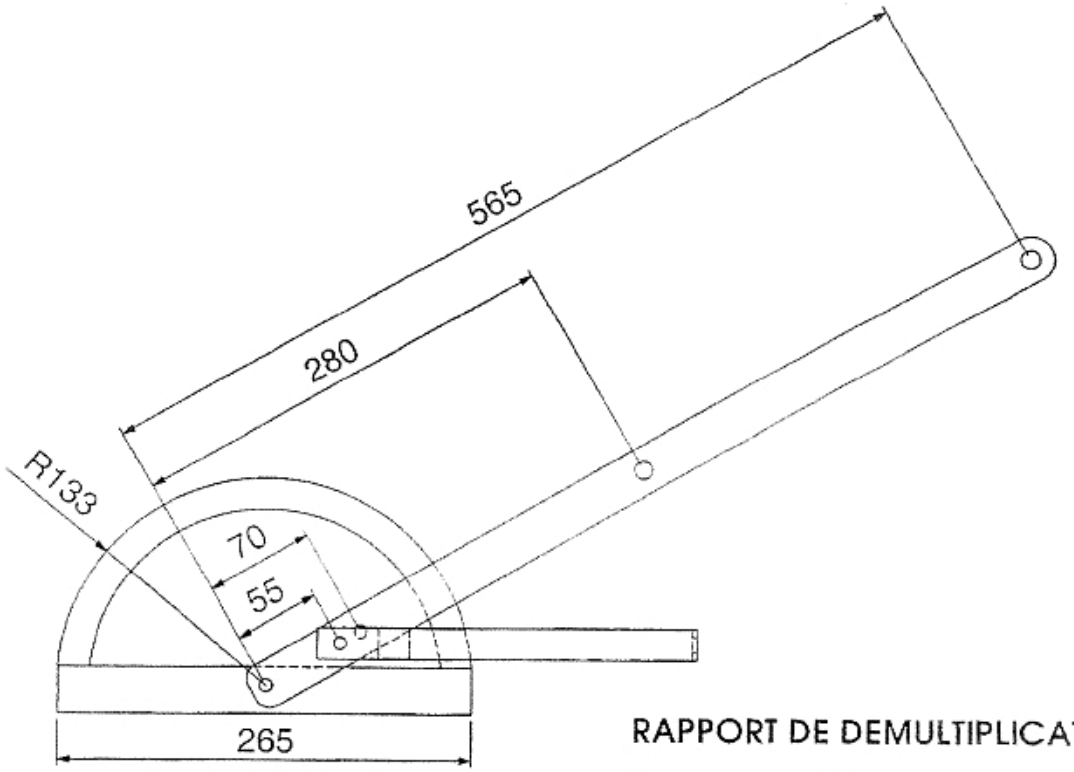
Le levier du frein de stationnement est situé sous le plateau et est relié à une poignée de serrage située sur le devant du plateau

Annexe 3 : Système de frein de parking des remorques Gilibert

Schéma de freinage (source constructeur)



Levier du frein de stationnement (source constructeur)

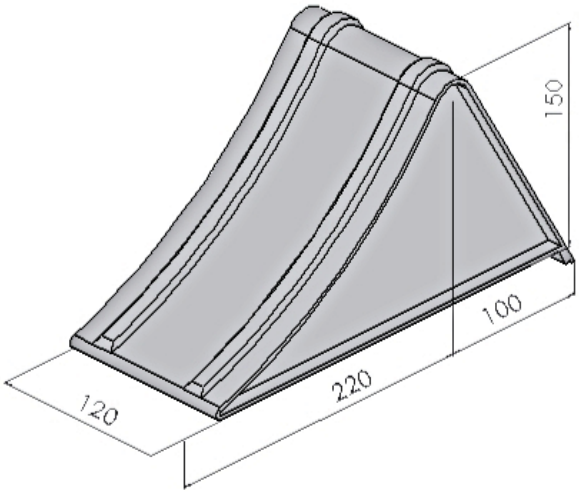


RAPPORT DE DEMULTIPLICATION =

Pour rayon 55
D = 565/55 = 10,27

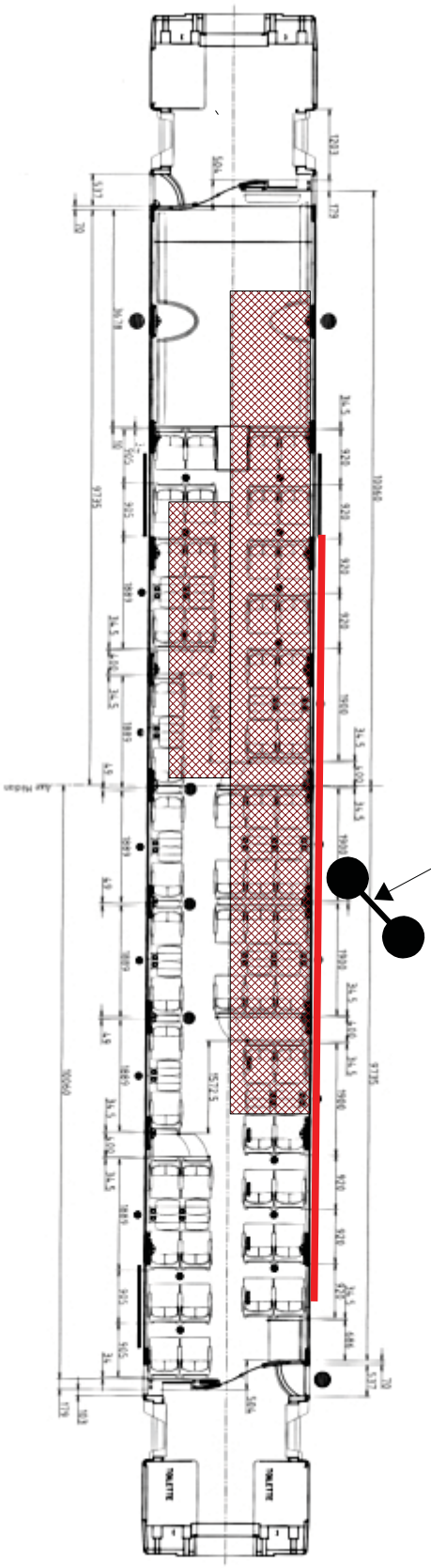
Pour rayon 70
D = 565/70 = 8,07

Annexe 4 : Cales AL KO UK 36 St



Protection de surface	zinguée
Charge par cale	1 600 kg
Rayon maxi zone statique	jusqu'à 360 mm
Résistance à la cale	20 800 N
Masse	1,2 kg

Annexe 5 : Schéma de la voiture n°17 B7t du train 3661



Le trait rouge, sur le bord gauche de la voiture n°17 représente les impacts multiples de la voiture effectuée par la remorque.

En hachuré rouge, la partie dévastée.
Trois places, situées dans cet espace, étaient occupées par les voyageurs : 21, 58 et 32.

Essieu avant de la remorque Gilibert REA 316 retrouvée après l'accident

Annexe 6 : Compte rendu des essais radio par IGTL (SNCF) avec voiture de mesure Cristel

(source SNCF)

Suite à l'accident ferroviaire du Corail Téoz 3661 (Paris/Cahors) survenu le vendredi 3 juillet 2009 au PK 414,800 de la ligne 590 000 Les Aubrais / Montauban.

La section Ingénierie Radio d'IGTL de la SNCF a été sollicitée afin de réaliser l'expertise radio sur la zone de l'accident ferroviaire. Celle-ci a eu lieu le mardi 21 juillet 2009. Ces mesures ont été effectuées afin de vérifier la conformité du champ radioélectrique dans la zone de l'accident avec le seuil minimum fixé pour le bon fonctionnement de la Radio Sol Train (RST).

Ces mesures de champ se sont déroulées à bord de la voiture laboratoire CRISTEL (numéro 60.87.99.77.198.5), apte à circuler à 160 Km/h.

Voiture laboratoire CRISTEL

Les marches d'essai ont été tracées pour une vitesse maximale de 100 Km/h, avec passage à la vitesse de 40 Km/h dans la zone du déraillement. La traction a été effectuée par une machine diesel de type BB66000.

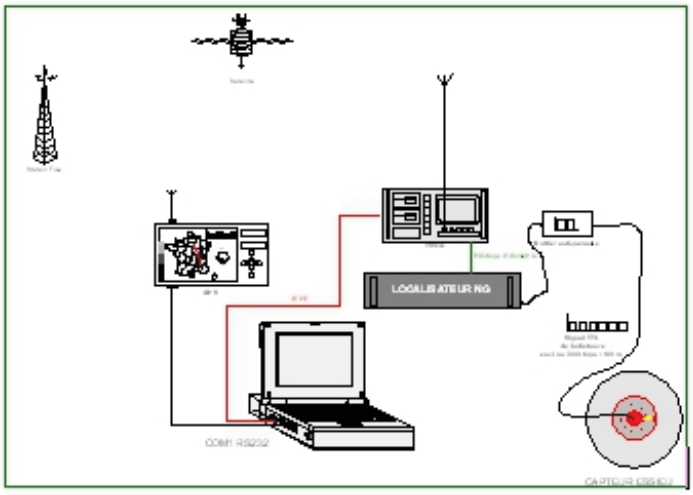
Les sillons de circulation alloués pour ces essais, sont les sillons de dernière minute (SDM =: sillon horaire tracé après la conception horaire du service et après l'adaptation horaire de ce service):

- numéro 818 281 (Limoges Bénédictins → Brive-La-Gaillarde)
- numéro 818 270 (Brive-La-Gaillarde → Limoges Bénédictins).

La voiture laboratoire CRISTEL VE198 est équipée d'une chaîne de mesure "analogique et numérique", permettant de réaliser des tests dynamiques dans la gamme de fréquence 10 KHz à 3 GHz.

Cette chaîne de mesure se compose :

- D'un ordinateur portable DELL Latitude D830, numéro de série GRJLZ3J.
- D'une chaîne de mesure ROMES (Rhodes et Schwarz), version 3NG révision 1 Service Pack 7 du 5 mars 2009.
- D'une clé ROMES numéro 1605.
- D'un récepteur de mesure TSMQ (Rhodes et Schwarz) numéro 100125.050, doté de la version firmware 12.0037 et de la version software 12.55.0000.
- D'un GPS GARMIN
- D'une antenne en toiture TRGLD (Tri-bande et GPS), connectée par un câble coaxial de 20,5 mètres de type ½" extra souple sur un bandeau de connecteur de type N.
- D'une bretelle coaxiale ATEM 5107 numéro BV531 de 2 mètres (reliant le bandeau d'antenne au TSMQ)
- D'un banc de test permettant la calibration du récepteur de mesure
- D'un outil "Localisateur NG" permettant d'obtenir un signal tachymétrique nécessaire à la mesure (180 top par tour de roue)
- D'un outil de traitement statistique BONSAÏ (développement interne IGTL.RS.IR) afin de traiter les fichiers exportés du logiciel ROMES.

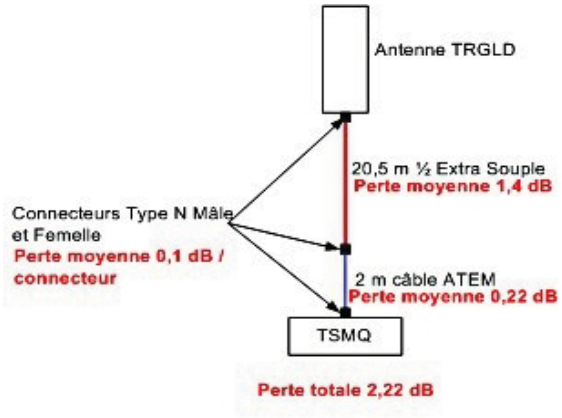


La chaîne de mesure permet l'acquisition, grâce aux informations tachymétriques provenant de l'essieu, des champs radioélectriques des canaux à mesurer. Le schéma fournit ci-après explique le fonctionnement de la chaîne de mesure.

La mesure par échantillonnage consiste à acquérir tous les 6,3 centimètres le champ radioélectrique mesuré par le récepteur sur les trois fréquences du canal 2.

Lors du traitement final, il sera prit en compte les pertes induites par la ligne d'aérien (antenne, câble coaxial, bretelle, etc..). Ces pertes seront transformées en gain dans les courbes de niveau de champ, afin de proposer un graphique des champs vus en sortie d'antenne.

Perte liée aux coaxiaux de ligne de mesure.



Une fois les mesures effectuées, l'exportation des données ROMES est nécessaire pour obtenir l'intégralité des échantillons mesurés. Ces échantillons seront traités de manière statistique, afin d'obtenir la couverture radio au pas de 100 mètres. Ce traitement sera réalisé par le logiciel BONSAÏ.

Traitement des échantillons par BONSAÏ :

Dans chaque intervalle du type [a, a+100 m] considéré, on calcule la fonction de répartition de la mesure du champ reçu notée F(X).

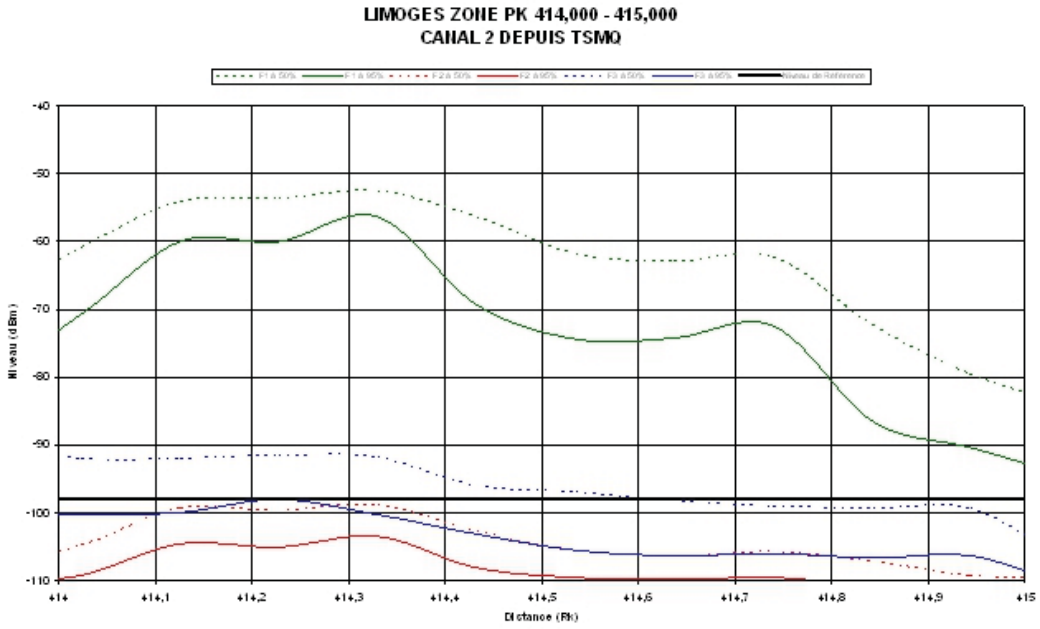
Parmi les échantillons traités, deux valeurs particulières X50 et X95 sont sélectionnées. X50 ou médiane est telle que F(X)=0.5 et X95 ou valeur dite à « 95% » est telle que F(X)=0.05 ce qui signifie que 5% de la population considérée à une amplitude inférieure et 95% a une amplitude supérieure ou égale.

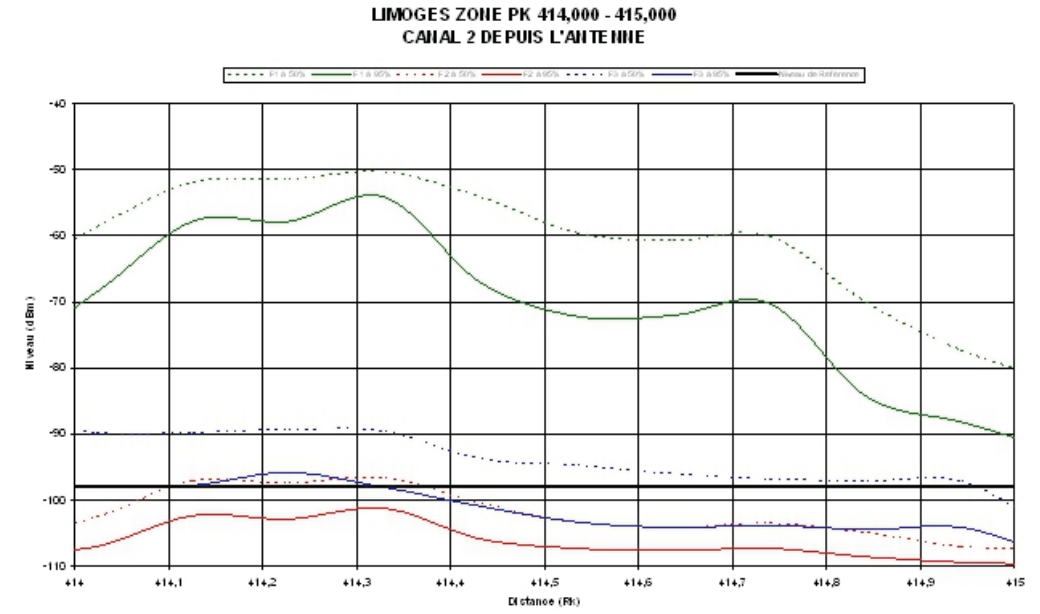
Pour chaque intervalle [a, a+100m], seules les deux valeurs X50 et X95 sont conservées à l'abscisse a. On obtient donc les relevés de champ reçu à 95% et à 50% pour une fréquence donnée.

Le post-traitement est le suivant :

- prendre en compte tous les échantillons prélevés sur 100 mètres
- les trier par ordre décroissant
- déterminer la valeur à 50%
- déterminer la valeur à 95%

Résultats des mesures obtenues





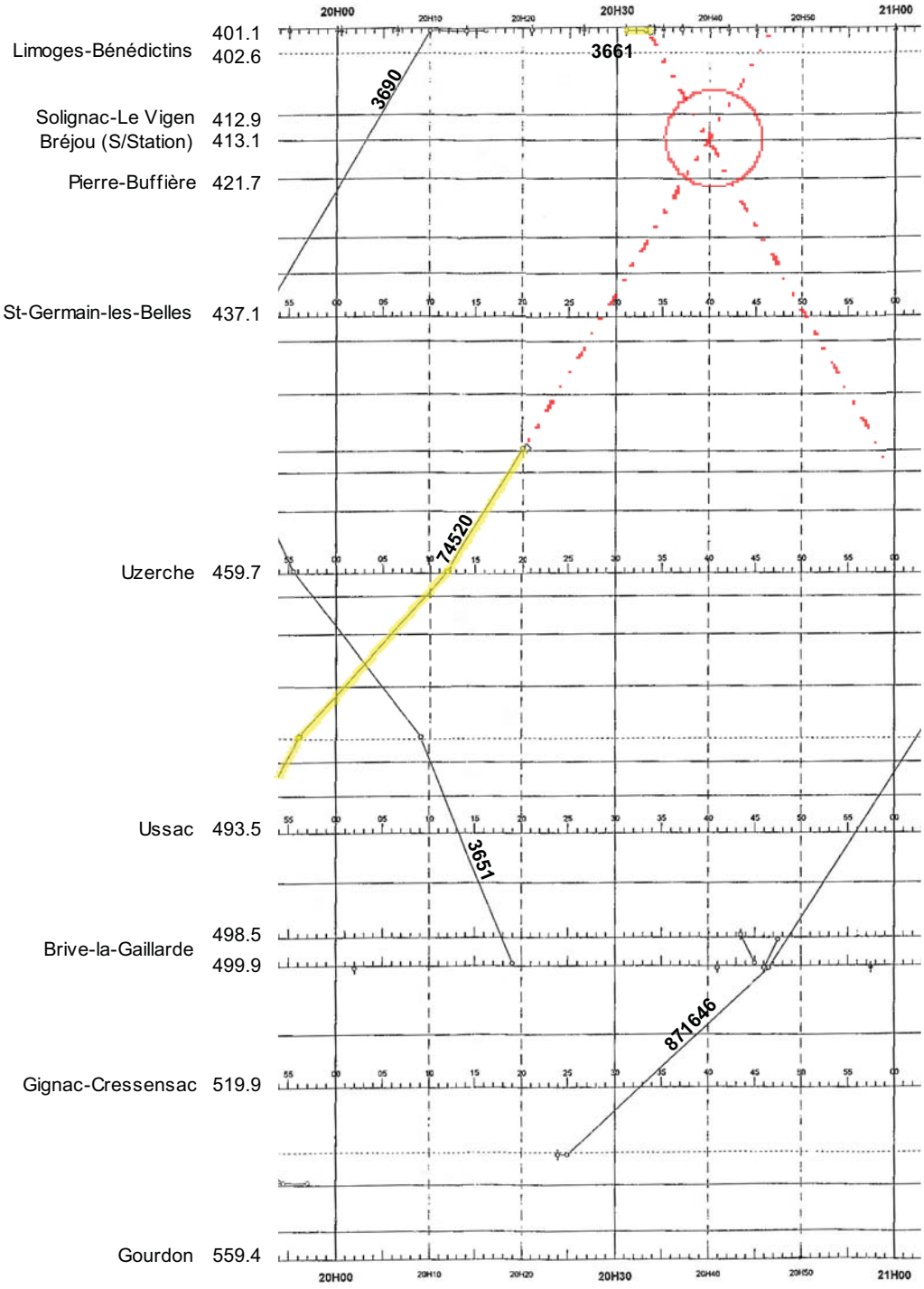
Ce graphique, tient compte des pertes liées à la ligne d'aérien et propose le niveau de champ vu au niveau de l'antenne.

Conclusion de l'expertise IGTL :

Les mesures du champ radioélectrique réalisées le 21 juillet 2009, mettent en évidence une couverture RST depuis l'antenne qui respecte le critère minimum fixé à -97 dBm.

La couverture RST dans la zone de l'accident est correcte.

Annexe 7 : Extrait du graphique réel de circulation des trains



Annexe 8 :Extrait de la fiche 12 du référentiel IN 3790

COPIE

Manuel de référence - Opérations de sécurité effectuées par les régulateurs

FICHE 12

Obstacle - danger réel ou présumé
Arrêt et rétention des trains (suite)

Mesures à prendre (suite)

Si...	Alors vous devez...
vous êtes avisé depuis un téléphone de voie, de PN...,de la présence d'un obstacle ou d'un danger réel ou présumé,	●prendre en attachement l'heure de réception de l'avis d'un agent ou d'un tiers que vous devez identifier, ●prendre les mesures pour arrêter la circulation, déjà engagée, la plus proche de l'obstacle ou du danger sur chaque voie concernée et déjà engagée. Pour cela: - connectez vous sur le canton radio dans lequel se trouve la circulation intéressée (en cas de doute connectez vous également sur les cantons radio encadrants), - ordonner verbalement au conducteur de s'arrêter d'urgence sous la forme (cet ordre pouvant être répété): **"URGENT: conducteur du train n°..., arrêtez vous d'urgence suite à .....(motif nécessitant l'arrêt immédiat)", et,** ●alerter verbalement les AC et aiguilleurs susceptibles d'expédier des trains vers l'obstacle ou le danger, ●vous identifier et compléter ou confirmer l'ordre donné au conducteur par le lieu et la nature de l'obstacle ou du danger dès que celui-ci vous répond, **S'il s'agit d'un train de voyageurs, efforcez vous de le faire s'arrêter à quai** ●obtenir l'assurance auprès du conducteur qu'il est arrêté et en quel lieu précis (km, signal, gare,...), ●mettre le conducteur en relation avec l'AC (ou aiguilleur) de la gare ou du poste en amont devant lui prescrire de ne pas se remettre en marche, **ou,** en cas d'impossibilité: ●interdire verbalement au conducteur de se remettre en marche de lui même sous la forme: "Conducteur du train n°..., ici régulateur de...: interdiction de vous remettre en marche sans autorisation de l'agent-circulation (ou aiguilleur) de..., à vous", ●recevoir du conducteur le collationnement de l'ordre ci-dessus, ●aviser verbalement l'agent-circulation ou aiguilleur en amont de chaque voie concernée, que le train est arrêté et retenu sous la forme: "Régulateur de... à AC (ou aig) de ...: train n°... arrêté et retenu à... (km, signal, gare...)", ●aviser le coordonnateur régional du COGC chargé de la gestion de la situation perturbée générée par l'incident ou l'accident.

Annexe 9 : Extraits du référentiel IN 1511 (S2B)

Article 302. Arrêt des trains.

Tout agent, tel que l'agent d'un train, un agent d'entretien de la voie ou des caténaires, un garde de P.N.,...., qui constate sur la voie **la présence d'un obstacle** non protégé ou d'un danger pour la circulation, ou bien qui en est informé, doit **immédiatement prendre ou faire prendre les mesures nécessaires pour obtenir l'arrêt des trains avant qu'ils n'atteignent l'obstacle** (1) (2).

A cet effet :

1° **il doit prendre,** en fonction des circonstances et des moyens dont il dispose, **l'une ou plusieurs des mesures de première urgence ci-après :**

— s'il s'agit d'un mécanicien :

- **émission du signal d'alerte lumineux** (voir art. 303),

— quel que soit l'agent :

- **alerte par radio** donnée aux mécaniciens et agents sédentaires (voir art. 304),
- **allumage d'une torche à flamme rouge** (voir art. 305),
- sur les lignes électrifiées, **ordre de coupure d'urgence** de la tension afin de provoquer l'arrêt des trains électriques (voir Règlement S 11),
- **couverture** (voir art. 306),
- en B.A., **pose d'une barre de court-circuit, manœuvre d'un commutateur de blocage, d'un commutateur carré-tunnel ou d'un commutateur « Normal-Danger »** (voir art. 307) ;

Présent pour l'avenir

BEA-TT - Bureau d'enquêtes sur les Accidents de transport terrestre

Tour Voltaire 92055 - La Défense cedex
Tél. : 33 (0)1 40 81 21 83 - Fax : 33 (0)1 40 81 21 50

cgpc.beatt@developpement-durable.gouv.fr
www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr